

Análisis de ciclo de vida en una curtiembre

Ing. Natalia Drault

Contenidos

1 ABSTRACT	3
2 CONTEXTO DE LA CURTIEMBRE A ESTUDIAR	4
2.1 Ubicación	4
2.2 Datos Estadísticos	4
2.3 Canal Sarandí	5
3 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA	7
3.1 Normas que especifican los requisitos metodológicos	7
3.2 Aplicaciones Directas	7
3.3 Fases de un ACV	8
4 DESEMPEÑO AMBIENTAL	45
4.1 Normas que especifican los requisitos metodológicos	45
4.2 Fases de la Evaluación de Desempeño Ambiental	45
5 CONCLUSIÓN	52
5.1 Evaluación del Desempeño Ambiental	52
5.2 Análisis del Ciclo de Vida	52
5.3 Otras Herramientas de Gestión Ambiental	52
6 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	54
7 SITIOS DE INTERNET CONSULTADOS	55
8 ANEXO	56

1 ABSTRACT

El desarrollo y crecimiento del sector industrial de la curtiembre en un país con grandes extensiones ganaderas como la Argentina es de gran importancia. Sin embargo este desarrollo y crecimiento debe conseguirse de manera sustentable, considerando no sólo los aspectos económicos sino también los sociales y ambientales.

Utilizando diversas normas IRAM – ISO que proporcionaron un marco metodológico para la aplicación de las mismas como **herramientas de gestión ambiental interna** en una curtiembre, se buscó promover un desarrollo y crecimiento sustentable de la misma.

En una primera etapa se realizó un Análisis del Ciclo de Vida simplificado, de puerta a puerta de la curtiembre. Esta simplificación permitió adaptar el estudio a las condiciones económicas imperantes en la Argentina. El Análisis del Ciclo de Vida se realizó en tres etapas:

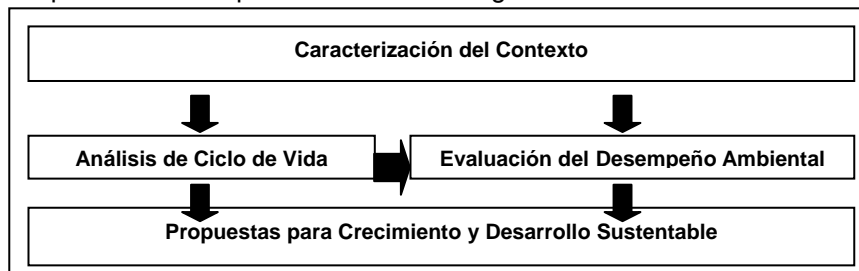
- Definición de la meta y alcance del estudio
- Inventario del Ciclo de Vida
- Interpretación del Inventario del Ciclo de Vida

Básicamente este análisis permitió recopilar la información necesaria para conocer la problemática ambiental de la industria. Los problemas identificados se correlacionaron con las distintas etapas del proceso productivo, para poder tomar medidas correctivas y preventivas sobre los mismos.

En una segunda etapa se aplicó la metodología de la Evaluación de Desempeño Ambiental con el objetivo de generar indicadores de desempeño ambiental que determinaron la base para un criterio de desempeño ambiental a seguir por la industria. Este nuevo criterio de desempeño ambiental representado por indicadores está íntimamente relacionado con la problemática ambiental detectada en el Análisis del Ciclo de Vida.

Por último en función del criterio de desempeño ambiental definido se generaron propuestas de rediseño y mejora para que la industria pueda ir mejorando su desempeño ambiental.

A continuación se presenta un esquema de la metodología utilizada:



Es importante concluir destacando la importancia de este tipo de estudios que permiten a una pequeña empresa crecer y desarrollarse de forma sustentable.

A partir del trabajo realizado la industria podrá entre cosas:

- Implementar las propuestas generadas haciendo más eficiente el proceso productivo.
- Utilizar la información recolectada para desarrollar e implementar un Sistema de Gestión Ambiental.
- Extender el Análisis del Ciclo de Vida hacia proveedores y clientes y lograr un ecoetiquetado tipo III de sus productos.
- Evaluar su desempeño ambiental observando la evolución de los indicadores definidos.

Se logrará así un adecuado desempeño ambiental de la industria que le abrirá las puertas hacia nuevos mercados y contribuirá al desarrollo sustentable.

2 CONTEXTO DE LA CURTIEMBRE A ESTUDIAR

2.1 Ubicación

La curtiembre a analizar se encuentra ubicada en el municipio de Avellaneda, más específicamente en la localidad de Sarandi, a orillas del canal Sarandi; cuerpo de agua al cual vierte sus efluentes.

En la *figura 1* se puede observar un mapa del área interurbana de la provincia de Buenos Aires donde se encuentra identificado el municipio de Avellaneda.

Figura 1 – Mapa de área Interurbana



2.2 Datos Estadísticos

En las tablas ubicadas a continuación se pueden observar datos estadísticos del municipio de Avellaneda.

Tabla 1 – Información Demográfica – Población

Población '91: 344.991	Población '80: 334.145
------------------------	------------------------

Tabla 2 – Información Demográfica – Viviendas particulares – 1991

Total: 98.664			
Por Tipo			
Casa A:	51.955	Pensiones:	28
Casa B:	3.408	Local no construido para habitación;	232
Departamentos:	34.856	Vivienda móvil:	13
Ranchos:	5.277	Tipo desconocido;	1.682
Inquilinatos:	1.193		
Según disponibilidad de agua			
De red pública:	95.662	De lluvia:	20
Por bomba a motor:	451	Por tanque cisterna:	203
Por bomba manual:	50	De río o canal:	8
De pozo:	55	Procedencia desconocida:	2.195
Según disponibilidad Sanitaria			
Con inodoro:	93.791	Sin inodoro:	4.130
Disponibilidad de inodoro desconocida:	723		

Tabla 3 – Información Económica

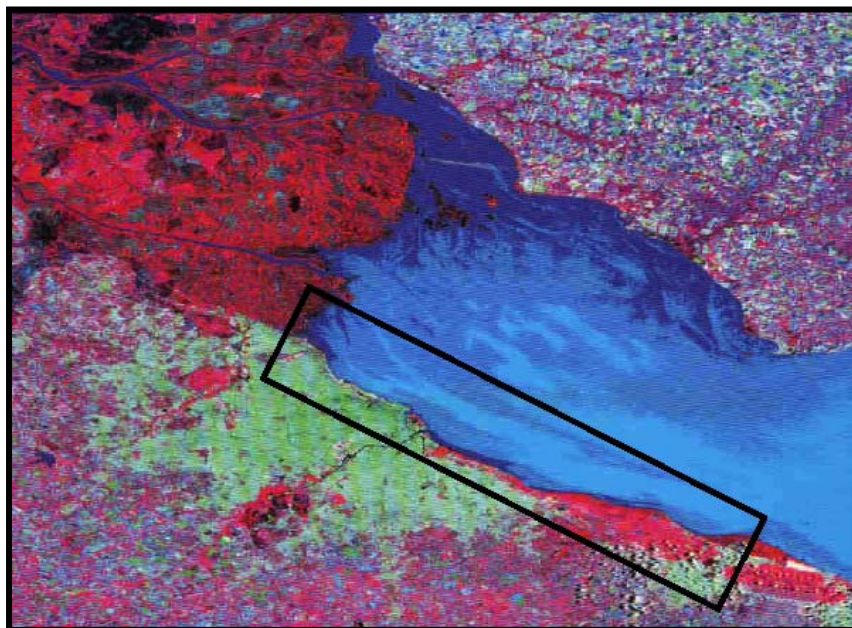
Sector	Año	Cantidad de locales	Puestos de trabajo ocupados
Comercio	1993	5.748	12.198
	1994	6.726	14.209
Industria	1993	1.830	26.386
	1994	1.977	26.320
Servicios	1993	2.740	13.099
	1994	3.220	14.643

2.3 Canal Sarandí

Una de las principales descargas con alto contenido de contaminantes al río de la plata es el Canal Sarandí.

El Canal Sarandí descarga en al Franja costera sur del Río de la Plata (San Fernando – Magdalena) . Esta franja constituye la principal fuente de agua cruda de las ciudades de Buenos Aires, La Plata y partidos circundantes, con una población afectada estimada en 10 millones de habitantes. En la *figura 2* se puede observar una imagen satelital del Río de la Plata y los límites de la Franja Costera Sur.

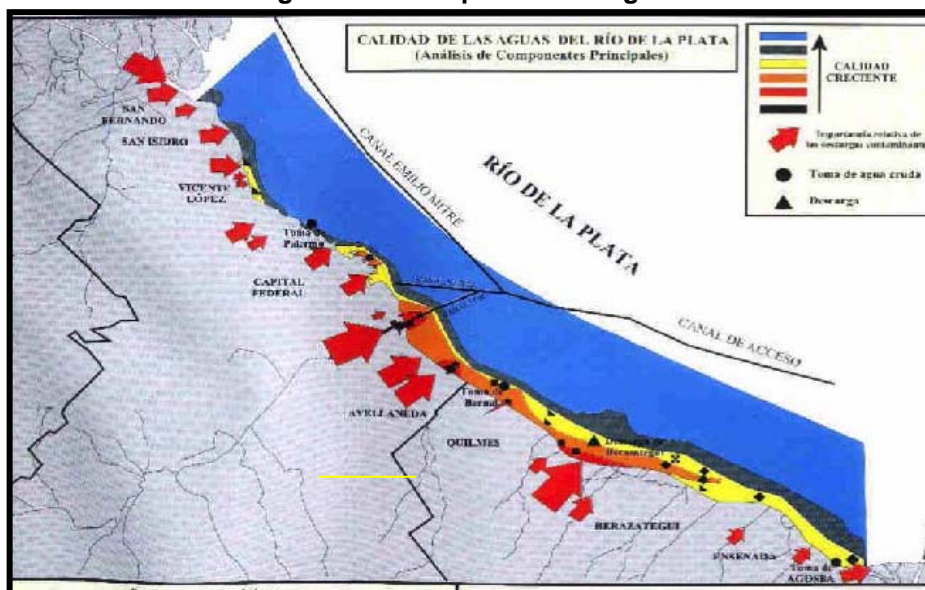
Figura 2 - Imagen satelital de la Franja Costera Sur



El Canal Sarandí desemboca en las cercanías de la Planta Potabilizadora de Bernal, perteneciente a Aguas Argentinas, con un caudal máximo de 17 m³/s y cuya toma está ubicada a una distancia de la costa de 2400 m.

En la [figura 3](#) se pueden observar las mayores descargas a la Franja costera sur.

Figura 3 – Principales descargas



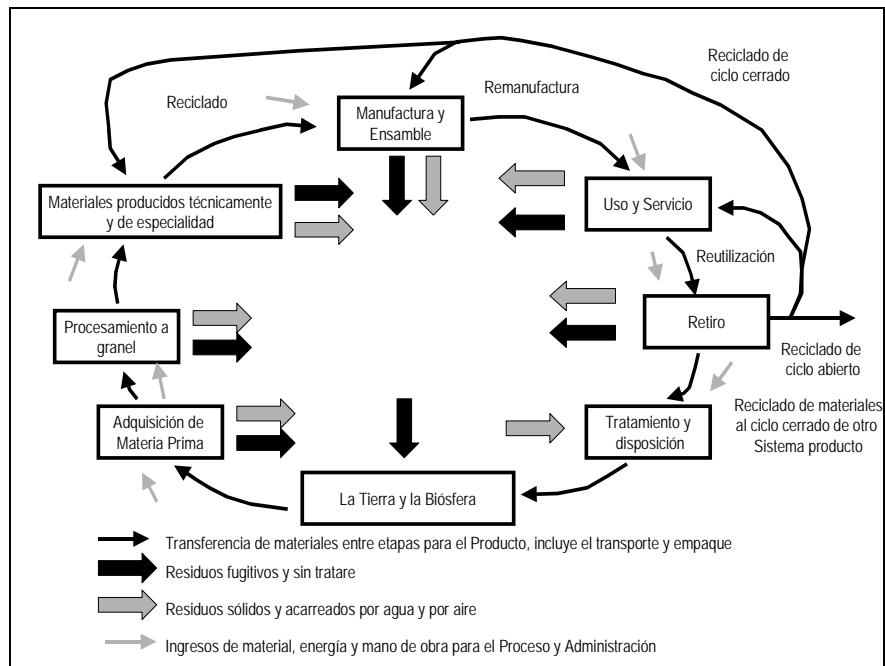
Es importante destacar que de los metales pesados, el cromo es el que más se manifiesta, luego de este le sigue el plomo. En aguas costeras de los partidos de Avellaneda y Quilmes la concentración de estos metales supera los estándares de calidad (50 µg/l)

3 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El Análisis de Ciclo de Vida se trata de un procedimiento para determinar los impactos sobre el medio ambiente de un producto, proceso o actividad, a través de la consideración de todas las fases por las que transcurre, desde la extracción de las materias primas necesarias para su elaboración, hasta su gestión final como residuo (“desde la cuna hasta la tumba”). *Figura 4.*

En algunos casos se puede reducir el análisis al ciclo de vida parcial, que consta de varias etapas o, inclusive, a la etapa individual que se considere según el alcance del estudio a realizar.

Figura 4 – Esquema de las etapas consideradas en un ACV completo



3.1 Normas que especifican los requisitos metodológicos

- IRAM-ISO 14040: 1998 - Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Principios y Marco.
- IRAM-ISO 14041: 1999 - Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Definición de la meta y el alcance y análisis del inventario.
- IRAM-ISO 14043:2001 - Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Interpretación del Ciclo de Vida.
- IRAM-ISO / TR 14049:2002 - Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Ejemplos de Aplicación de IRAM-ISO 14041 para la definición de la meta y el alcance y el análisis del inventario.

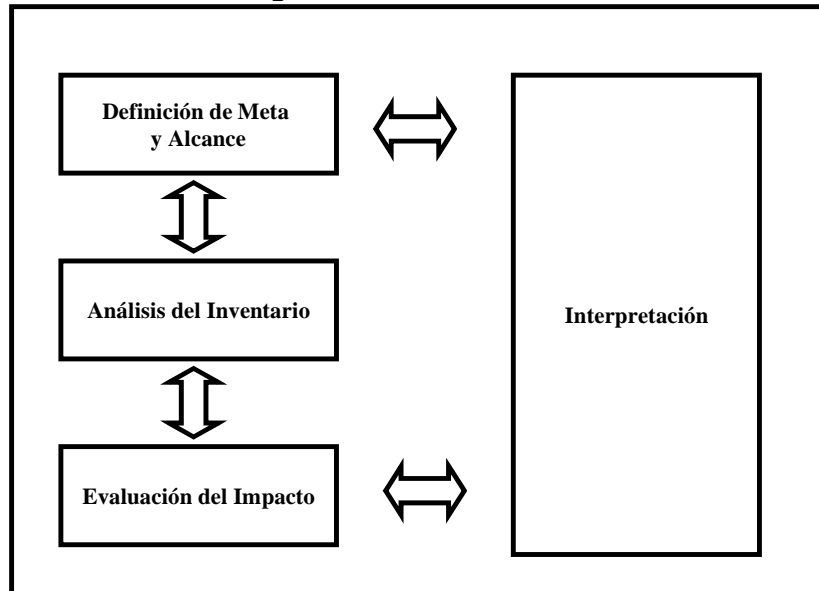
3.2 Aplicaciones Directas

- Desarrollo y mejoramiento del producto
- Planificación estratégica
- Comercialización

- Rediseño de procesos
- Selección de indicadores de desempeño ambiental pertinentes
- Propósitos informativos

3.3 Fases de un ACV

Figura 5 – Fases de un ACV



3.3.1 Meta del estudio

Para la definición de la meta del estudio se definen las razones para su realización, la aplicación deseada y la audiencia proyectada.

3.3.1.1 Razones para realizar el estudio

Se observa dentro de la planta industrial un deficiente manejo de los flujos de materia y energía que se presupone tienen implicancias en el medio ambiente.

La industria requiere mejorar su desempeño ambiental para poder insertar sus productos en mercados extranjeros y no cuenta con la información necesaria para mejorar su actividad desde el punto de vista medio ambiental.

3.3.1.2 Aplicación deseada

El propósito de implementar una herramienta de gestión ambiental como el análisis de ciclo de vida es en este caso particular para orientar la toma de decisiones al proponer mejoras a la industria en estudio.

Se realizará un análisis de ciclo de vida simplificado de “puerta a puerta” para centrar la atención sobre aquellos aspectos sobre los cuales el dueño de la industria tiene control inmediato por estar dentro de la planta.

Acotando los límites del sistema producto se disminuyen los costos del estudio y las propuestas se obtienen con mayor oportunidad adaptando el trabajo a la situación imperante en el país.

Se busca principalmente generar propuestas de mejora basadas en cuestiones ambientales y que reflejen aspectos económicos y sociales posibilitando a la industria mejorar su desempeño

ambiental. Se utilizarán indicadores de desempeño ambiental que serán útiles para un posterior “Benchmarking”.

Además se pretende obtener un informe que permita a la industria en un futuro expandir el análisis de ciclo de vida hacia proveedores y clientes y facilitarle el desarrollo e implementación de un Sistema de Gestión Ambiental.

3.3.1.3 Audiencia proyectada

Dueño del establecimiento industrial.

3.3.2 Alcance del estudio

En esta etapa se definen los lineamientos, límites y bases para comenzar con la realización del estudio de análisis de ciclo de vida. Es importante considerar que el alcance siempre se tiene que definir teniendo en cuenta nuestra meta.

Dado que el ACV es una técnica iterativa, a lo largo del estudio se pueden ir haciendo modificaciones a su alcance en función de los resultados que se obtienen.

3.3.2.1 Funciones del sistema producto

Un sistema producto es un conjunto de procesos unitarios conectados por flujos de productos intermedios que realizan una o más funciones. Todo sistema producto está caracterizado por su función y no puede definirse solamente en términos de sus productos finales. Por esto debe definirse el propósito servido por el sistema producto, o sea su función. Las funciones de un sistema producto están típicamente relacionadas con productos específicos o propiedades de procesos que por lo general satisfacen necesidades específicas y por lo tanto agregan valor de uso, generando un valor económico para el proveedor del producto.

En el caso en estudio nuestro sistema producto estaría definido por el proceso de producción de los cueros, más adelante se definirán sus límites con más detalle.

En un primer momento se buscó identificar las funciones del sistema producto en estudio tomando como punto de partida los productos específicos.



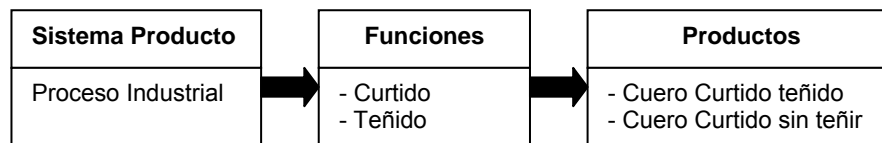
Debido a que el análisis de ciclo de vida se realiza de “puerta a puerta”, se busca que el propósito del sistema producto quede dentro de los límites considerados o sea dentro de la planta industrial.

La producción de rodillos para pintar se realiza dentro de la planta de forma manual pero la producción de indumentaria está a cargo de las industrias textiles clientes de la curtiembre en estudio.

Si se consideraran estas dos funciones sería necesario obtener datos de los clientes de la curtiembre lo que no coincidiría con el objetivo de utilizar aquella información circunscripta a las actividades dentro de la fábrica.

Ambas funciones son significativas por lo que no podría eliminarse ninguna. Se buscarán otras funciones que cumplan con los objetivos del estudio.

Luego se consideraron como punto de partida las necesidades finales o metas del estudio. La necesidad final de la curtiembre es la de procesar cueros crudos.



En este caso las funciones que describen el propósito servido por el sistema producto son operaciones unitarias del proceso productivo que pueden considerarse las más significativas. Todas las otras etapas del proceso productivo preparan al producto para alguna de estas funciones o lo acondicionan con posterioridad a las mismas. Se obtuvieron así las funciones del sistema producto coherentes con la meta.

3.3.2.2 La unidad funcional

Debido a que el objetivo principal del estudio es realizar propuestas de mejora en aspectos y actividades que se encuentren dentro de la planta, la unidad funcional, aquella que provee una referencia con la cual las entradas y las salidas están relacionadas, debe cuantificar a la función de manera tal que su valor sea influenciado por el proceso realizado dentro de la planta y no por la actividad exterior.

Definición de la unidad funcional:

La cuantificación de las funciones definidas se da en función de los productos combinando ambas funciones.

- Curtido de 400 cueros sin teñir/día
- Teñido de 100 cueros curtidos/día

Generalmente cuando se realiza un ACV se toma como unidad funcional una unidad de producto, como en este caso se quiere analizar el proceso se considera la producción diaria.

Se cuantifica a las funciones con la producción diaria considerando que la planta trabaja al 100 % de su capacidad actual (500 cueros diarios). Se considera que la producción de cueros teñidos es en promedio un 20 % de la producción total. Las fluctuaciones en las cantidades producidas de un producto u otro dependen de las variaciones del mercado.

El utilizar como unidad funcional la máxima capacidad productiva es coherente con la definición de la meta ya que con el estudio se busca la inserción de los productos de la curtiembre en el mercado internacional alcanzando en un futuro su máxima capacidad de producción. Por otro lado al considerar la utilización de la máxima capacidad de la planta se está considerando la situación más desfavorable en cuanto a los flujos de entrada y salida al sistema.

Una vez obtenida la unidad funcional se debe definir la cantidad de producto necesario para cumplir con la unidad funcional, o sea el flujo de referencia.

Definición del flujo de referencia:

- 400 cueros curtidos blancos (sin teñir)
- 100 cueros curtidos y teñidos

En este caso como la unidad funcional está expresada en términos de cantidades de producto, la unidad funcional y el flujo de referencia son idénticos.

Se obtiene así un flujo de referencia que representa la máxima producción posible de cueros teñidos y de cueros sin teñir permitiendo un posterior análisis de la situación más desfavorable desde el punto de vista de consumos, efluentes y residuos.

3.3.2.3 Límites del sistema producto

Como el propósito del estudio es proponer mejoras en lo que respecta al proceso productivo y otras actividades realizadas dentro de la planta se omitirán las siguientes etapas:

- entradas y salidas a actividades anteriores a la curtiembre como ser la actividad ganadera
- distribución y transporte desde y hacia la planta industrial
- manufactura de materiales auxiliares
- manufactura de equipamiento de capital
- producción de combustibles y electricidad

Se considerarán para el estudio en un principio las siguientes etapas:

- entradas y salidas en la secuencia principal de manufactura de la industria de la curtiembre
- uso de combustibles, electricidad y calor
- disposición de productos y residuos de proceso
- recuperación de productos usados.

Haciendo referencia a la *figura 4* se considerarán solo las operaciones realizadas dentro de la industria de la curtiembre. No se considerará durante el estudio la planta de tratamiento de efluentes líquidos existente dentro de la industria para la determinación de los límites del sistema producto ya que no está en uso.

3.3.2.3.1 Factores que determinan los límites del sistema

Finalidad de la aplicación del estudio: La finalidad del estudio es proponer mejoras para resolver problemas intrínsecos de la planta. Esto permite poner los límites del sistema en correspondencia con los de la planta industrial. Sin embargo es necesaria una descripción del medio ambiente receptor de las salidas de la industria para luego poder interpretar los resultados del Inventario de Ciclo de Vida de forma coherente con el contexto.

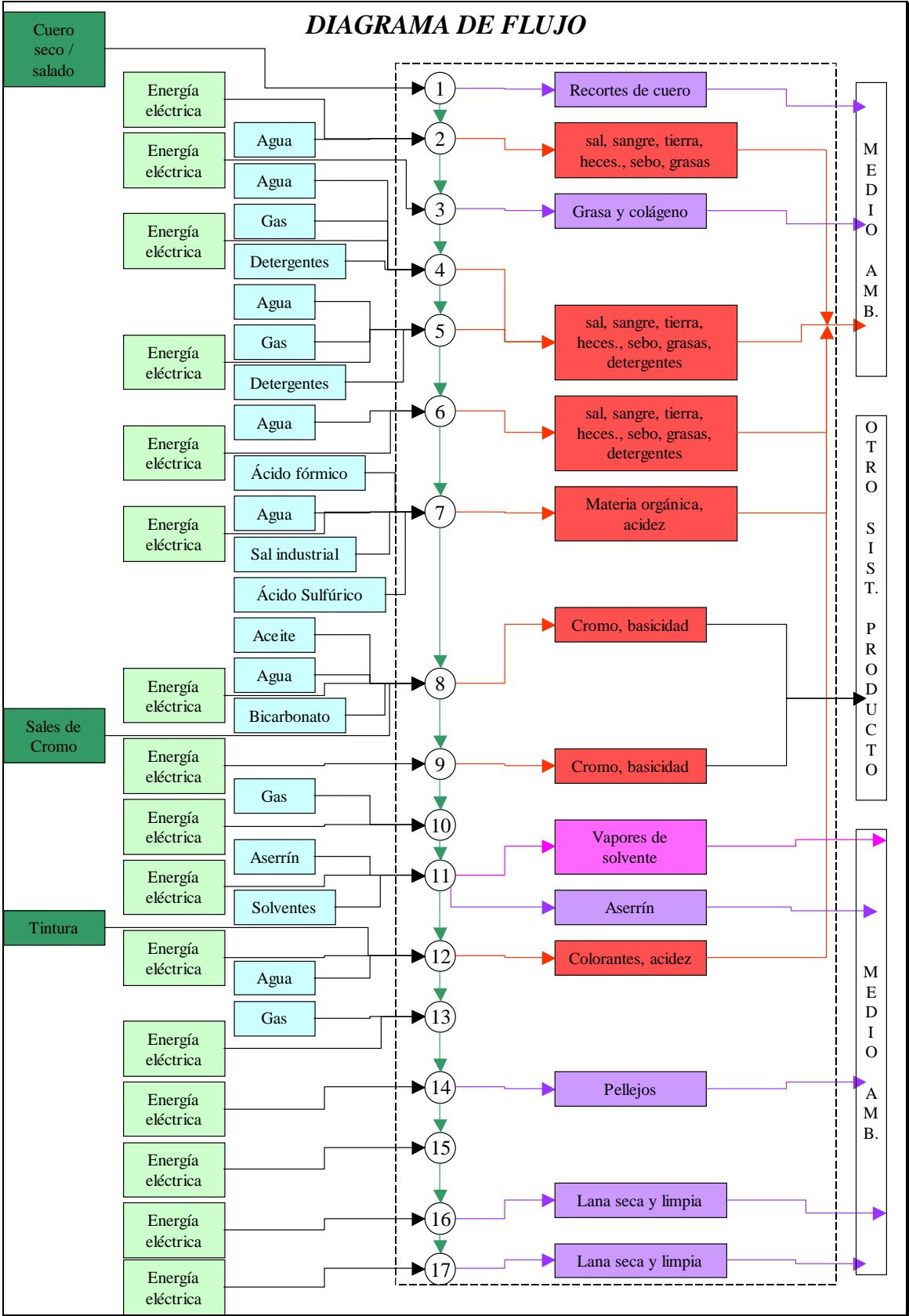
Suposiciones hechas: No se considerará a la planta de tratamiento de efluentes como una operación unitaria dentro del sistema producto., ya que no se utiliza. No se considerará el flujo de entradas y salidas de recipientes de insumos (materias auxiliares o materias primas) ya que son retirados por el mismo proveedor en caso de recipientes reutilizables. Para los flujos de entrada y salida de recipientes de insumos que se disponen, como ser bolsas de papel madera, bolsas de plástico, se considera que su cantidad es despreciable frente a la totalidad de residuos sólidos del proceso productivo. No se tendrán en consideración los flujos de agua entre procesos debido al agua retenida por los cueros ya que la misma termina formando parte del efluente final.

Datos: La disponibilidad de datos estará dada por el fácil acceso o su fácil determinación dentro de la curtiembre. Se considera que existe una mayor dificultad en la determinación de datos fuera de los límites de la curtiembre.

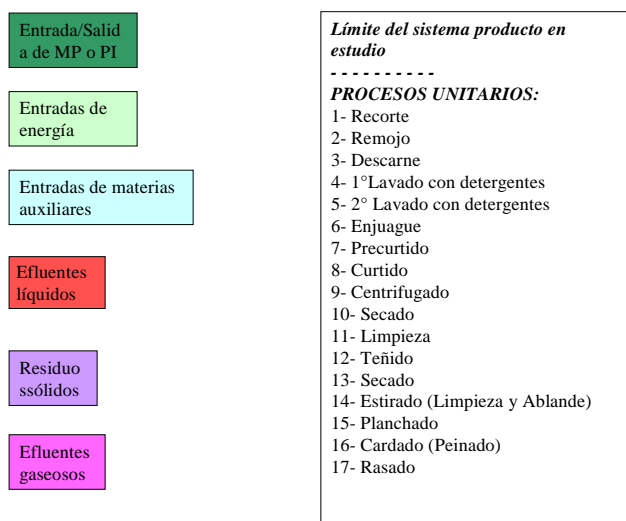
Restricciones de costos: La realización de un análisis de ciclo de vida simplificado permite disminuir los costos y el tiempo de realización del estudio.

Audiencia proyectada: El dueño de la industria desea ingresar al mercado internacional por lo que busca en un futuro cercano desarrollar e implementar un SGA. El ACV simplificado permite obtener la información necesaria para mejorar el desempeño ambiental de la planta industrial.

3.3.2.3.2 Descripción del sistema producto utilizando un diagrama de flujo del proceso que muestra procesos unitarios y sus interrelaciones:



Referencias



3.3.2.3.3 Descripción de cada operación unitaria

Un sistema producto está compuesto por la interrelación de procesos unitarios para los cuales se recolectan datos cuando se realiza un análisis de ciclo de vida.

Proceso Unitario 1 – Recorte: Es una operación manual en la cual se recortan aquellas partes de la piel cruda que no son útiles. En esta etapa se observa una reducción del 30% del peso de la piel cruda. El residuo sólido de recortes generado es recolectado por el C.E.A.M.S.E.

Proceso Unitario 2 – Remojo: Este proceso unitario se caracteriza por ser una operación de *hidratación* ya que la piel en su estado natural contiene entre 50% y 70% de agua que se restituye en esta etapa; y *limpieza* de la piel, para eliminar vestigios de estiércol, sangre, productos empleados en la conservación como por ejemplo el cloruro de sodio y otros. Con esta operación comienza la apertura de la estructura proteínica. Esto es lo que le permitirá luego un curtido más parejo, causa por la cual se busca solubilizar al máximo y eliminar del interior de la piel las proteínas globulares y albúminas.

En esta planta la operación de remojo es muy importante ya que las pieles no sufren el hinchamiento alcalino del pelambre y calero que puede compensar un remojo deficiente. Durante esta operación el movimiento del baño y pieles es muy poco en las primeras fases y algo mayor en las posteriores.

En esta etapa se observa un efluente líquido con grandes cantidades de sólidos suspendidos, que no son eliminados de la corriente líquida y son arrastrados junto con el efluente líquido hacia el canal Sarandí.

Este proceso consiste principalmente en un tratamiento con agua en molineta. En la molineta el efecto mecánico es muy suave y las relaciones de baño (litro de agua / piel) son elevadas.

Proceso Unitario 3 – Descarne: Operación mecánica para separar la endodermis, básicamente constituida por proteínas y grasa de la piel con pelo. La operación de descarnar involucra la remoción de los tejidos adiposos subcutáneos, musculares y el sebo adherido a la cara interna de la piel, para permitir una penetración más fácil de los productos curtientes. Los residuos sólidos generados en esta etapa son recolectados por el C.E.A.M.S.E.

La máquina descarnadora posee cilindros de goma de poca dureza y con amortiguación suave para absorber las irregularidades de las pieles ovinas. Esta máquina consiste fundamentalmente en un cilindro de púas de acero que actúa sobre una banda de goma que actúa como soporte de la piel y cuya proximidad al cilindro se regula por un pedal. El propio

giro del cilindro de púas hace avanzar la piel que es retenida por el operario hasta considerar el descarne bien hecho.

Se utiliza agua como lubricante, para evitar que se rompan las púas y en consecuencia se raye la piel. Se utiliza una porción del agua del remojo y luego es enviada junto con los efluentes líquidos.

El agua para el descarne no se considera como un flujo de salida de esta etapa ya que complicaría los cálculos posteriores, se considerará este efluente en los flujos de salida de la operación de remojo.

Proceso Unitario 4 - 1° Lavado con detergentes: Esta operación se realiza en molineta y tiene como objetivo eliminar todo resto de grasa desprendida que puede permanecer en el cuero luego del descarne. El detergente facilita la remoción de la misma. El lavado se realiza con agua a una temperatura de 43°C. El agua se calienta en calderas con consumo de gas. Para desprestigiar a la generación de gas en la caldera como una operación unitaria, se le asigna su consumo a la etapa de lavado con detergentes.

El uso de tensioactivos tiene como principal finalidad favorecer la penetración del agua al interior de la piel al bajar esta su tensión superficial. El efluente líquido generado en esta etapa es descargado hacia el canal Sarandi.

Proceso Unitario 5 - 2° Lavado con detergentes: Esta operación se realiza en molineta y tiene como objetivo eliminar todo resto de grasa desprendida. El detergente facilita la remoción de la misma. El lavado se realiza con agua a una temperatura de 43°C.

El agua se calienta en calderas con consumo de gas. Para desprestigiar a la caldera como una operación unitaria, se le asigna su consumo a la etapa de lavado con detergentes. El efluente líquido generado en esta etapa es descargado hacia el canal Sarandi.

Proceso Unitario 6 – Enjuague: El enjuague se realiza para finalizar con el lavado del cuero y eliminar los restos de detergente. Esta operación también se realiza en una molineta. El efluente líquido generado en esta etapa es descargado hacia el canal Sarandi.

Proceso Unitario 7 – Piquelado: Esta operación se realiza en una molineta como preparación para el curtido. Consiste en la acidulación de las pieles, con el objeto de evitar el hinchamiento y para fijar las sales de cromo entre las células. Durante el piquelado ácido se produce una hidrólisis ácida que tiene como consecuencia la solubilización del colágeno. Este efecto se aprovecha para obtener una mayor “apertura” de la piel. El piquelado se lleva a cabo en medio salino para evitar el hinchamiento de la piel. El efluente líquido generado en esta etapa es descargado hacia el canal Sarandi.

Proceso Unitario 8 – Curtido: Este proceso tiene el objeto de convertir las pieles en materiales fuertes y resistentes a la putrefacción. En la planta en estudio se realiza un curtido mineral en el cual se utilizan sales de cromo trivalente.

Las sales de cromo reaccionan con las proteínas de la piel. Estos curtientes inorgánicos son sales que liberan metales solubles que se hidrolizan (rompen los enlaces del agua) y se mantienen en solución. Cuando éstos se introducen en la piel, reaccionan con las proteínas formando compuestos de coordinación muy estables, y la temperatura de contracción de la piel aumenta. En la misma pileta de curtido se adicionan a continuación sales alcalinas que aumentan el pH de la solución y facilitan la reacción del cromo con los ligantes orgánicos; a esto se lo denomina fijación o basificación. La basificación también permite uniformar y elevar el pH de la lana, con lo que disminuye su afinidad con los aceites de engrase que se adicionan a continuación y se mantiene más limpia hasta el final del proceso. El engrase consiste en la adición de un aceite que se interpone entre las fibras del colágeno, para permitir el deslizamiento entre sí de fibras y fibrillas, proporcionando suavidad a la piel. La importancia del engrase reside en la rehidratación necesaria luego del curtido, proceso en el cual el lugar del agua es ocupado por los curtientes y demás productos. Con el engrase se evita que luego de

secado se obtenga un cuero duro y poco flexible. Tanto el curtido, como la basificación y el engrase se realizan las tres operaciones en la misma Molineta.

Proceso Unitario 9 – Centrifugado: Esta operación mecánica se realiza para quitarle humedad a los cueros. El centrifugado se utiliza debido al gran arrastre de agua de una piel con lana. La centrifuga consiste en un cesto perforado de acero inoxidable, de más diámetro que altura, que gira sobre su eje. Una carcasa de fundición fija que lo envuelve recoge el agua que se elimina de las pieles, al mismo tiempo que actúa de soporte y contención.

La zona de curtido donde se realizan el curtido y posterior centrifugado esta diseñada para evitar que sus efluentes con contenido de cromo se mezcle con los otros efluentes líquidos. Los efluentes con cromo se envían a una empresa que los recupera. Sin embargo la planta industrial no adquiere estas sales de cromo recuperadas como materia prima sino que compra sales nuevas. La planta donde se recuperan las sales de cromo es un sistema producto externo que excede el alcance de este estudio por lo que no se considerará.

Proceso Unitario 10 – Secado: Esta etapa consiste en el secado de los cueros en una máquina mediante la quema de gas. La secadora consta de dos ventiladores situados en la parte trasera de la máquina que distribuyen el calor hacia delante donde se encuentran los cueros colgados de unas placas agujereadas.

Proceso Unitario 11 - Limpieza de cueros manchados: Esta operación se realiza en un fulón en el cual se colocan aserrín y solventes. Es una operación de batanado ya que consiste en un tratamiento en seco de las pieles para eliminar manchas. Los residuos sólidos generados en esta etapa son recolectados por el C.E.A.M.S.E. El solvente utilizado se evapora totalmente generando emisiones gaseosas dentro de la planta y que eventualmente pueden abandonar la planta. No existe actualmente ningún sistema de recolección para estos vapores.

Proceso Unitario 12 – Teñido: Consta de un proceso químico que imparte color al cuero. Puede dar color solamente a nivel superficial o atravesar el espesor de todo el cuero. El teñido se realiza sobre un cuero neutralizado en un baño que contiene agua y colorantes a una temperatura de 60° C. El agua se calienta en calderas con consumo de gas. Para despreñar a la caldera como una operación unitaria se le asigna su consumo a la operación de teñido. El efluente líquido generado en esta etapa del proceso productivo es descargado en el canal Sarandi.

Proceso Unitario 13 – Secado: Esta etapa consiste en el secado de los cueros en una máquina mediante la quema de gas. El secadero consta de dos ventiladores situados en la parte trasera de la máquina que distribuyen el calor hacia delante donde se encuentran los cueros colgados de unas placas agujereadas.

Proceso Unitario 14 – Estirado: Es una operación mecánica en la cual se estira, ablanda y limpia el cuero.

Proceso Unitario 15 – Planchado: Proceso de ennoblecimiento con máquinas especiales que consiste en una ordenación y estirado de las fibras de la lana, confiriéndoles soltura, suavidad y brillo.

Proceso Unitario 16 – Cardado: Operación mecánica en la cual se peina el pelo de los cueros. Se utiliza para dejar el pelo suelto, sobre todo en la zona más cercana a la raíz.

Proceso Unitario 17 - Rasado: Operación mecánica en la cual se corta el pelo de las pieles a una altura determinada.

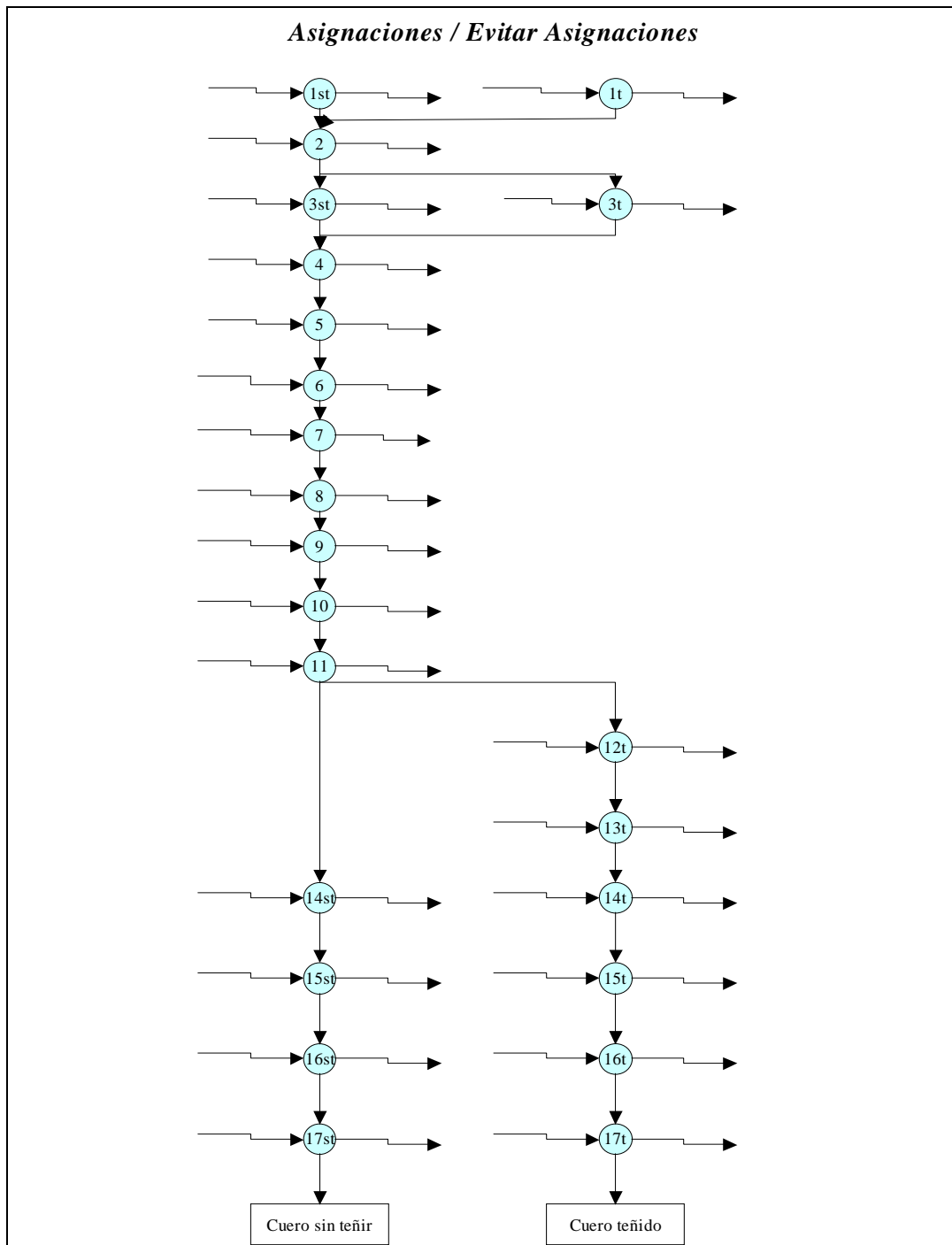
3.3.2.3.4 Decisión sobre la asignación

Siempre que sea posible es conveniente que se evite la asignación. En el caso en estudio se evitará la asignación en aquellos procesos unitarios del tipo continuo mediante la división del

proceso unitario por asignar en dos subprocesos, uno para cuero teñido y otro para cuero sin teñir, con la subsecuente recolección de los datos de entrada y salida relacionados con estos subprocesos. Los procesos unitarios de tipo continuo permiten una recolección más precisa de datos para cada cuero que entra al mismo pudiendo diferenciar los que van a ser teñidos de los que no.

Para aquellas operaciones unitarias que solo forman parte de la línea de producción de los cueros teñidos como el proceso de teñido y posterior secado, la asignación se evita fácilmente ya que los cueros sin teñir no pasan por estas etapas del proceso productivo.

En las operaciones unitarias del tipo Batch compartidas por ambos productos finales no puede evitarse la asignación ya que aquellos cueros que luego serán teñidos entran a la operación unitaria al mismo tiempo que aquellos que no serán teñidos, no pudiéndose dividir la línea productiva en dos. En estos casos se realizará una asignación puramente física.



3.3.2.4 Categorías de datos

Los datos recolectados, medidos, calculados o estimados, luego se utilizan para cuantificar las entradas y salidas de un proceso unitario. En la definición del alcance se establecen las categorías de datos a considerar durante el análisis y se da un detalle sobre las mismas.

Categorías de datos	Categorías de datos individuales	
Entradas / Salidas de MP o PI	Cuero	Metales totales(Cr, Cu, Fe, Mn)
	Sales de Cromo	Metales totales
	Tintura	Metales Totales
Entradas de energía	Máquinas	Consumo
Entradas de MA	Agua	Consumo
	Detergentes	Consumo
	Sal industrial	Consumo
	Bicarbonato	Consumo
	Gas	Consumo
	Solventes	Consumo
	Aserrín	Consumo
	Aceite	Consumo
Efluentes Líquidos		DQO
		Metales Totales
		Volumen
Residuos Sólidos		Peso
		Metales Totales
Emisiones Gaseosas		Volumen de vapor de solvente

3.3.2.5 Criterios para la inclusión inicial de entradas y salidas

En este punto se realiza una primera aproximación en lo que respecta a la identificación de las entradas y salidas que tienen incidencia sobre el ambiente. Esta identificación inicial se realiza con los datos disponibles, que en este caso son datos cualitativos del proceso. Una vez recolectados todos los datos cuantitativos en etapas posteriores se identificarán por completo las entradas y salidas.

El criterio utilizado en esta primer etapa es el de la relevancia ambiental pero utilizado de forma cualitativa. Considerando este criterio se eliminan las emisiones producto de la quema de gas natural para el calentamiento del agua y el secado de cueros por su escasa relevancia ambiental.

3.3.2.6 Requisitos de calidad de los datos

Se definen los requisitos de la calidad de los datos que especifican, en términos generales, las características de los datos necesarios para el estudio.

Los datos se obtendrán de muestreos y análisis en los casos en los que sea posible y en su defecto de bibliografía o cualquier otra información proporcionada por el dueño de la industria.

Cobertura temporal: Se tomarán datos reales medidos por lo que existirá una variabilidad inherente al proceso.

Cobertura geográfica: limitada a las dimensiones de la planta ya que se tomarán datos reales de la industria específica en estudio y no de otras industrias similares.

Cobertura tecnológica: aquellas tecnologías presentes al momento en la planta en estudio.

Precisión: dada por la medida de variabilidad de los valores de datos para cada categoría con respecto a una media. La precisión dependerá de la mayor o menor variabilidad del proceso que se reflejará en las distintas muestras tomadas según el método de muestreo y en la precisión inherente a los métodos de análisis. La precisión de los datos aportados por el dueño del establecimiento dependerá del conocimiento que el mismo tenga del proceso productivo. Se buscará el mayor grado de precisión posible considerando los escasos recursos.

Grado de completación: dado por el porcentaje de datos primarios que en este caso se busca sea del 100%.

Representatividad: se buscarán las técnicas de muestreo más adecuadas para que los resultados sean representativos de cada flujo estudiado.

Coherencia: se aplicarán los mismos métodos analíticos para la determinación del mismo parámetro en distintas muestras, en la medida de lo posible.

Reproducibilidad: para que los datos resultantes de los muestreos y posterior análisis puedan ser reproducidos por un analista independiente, se especificarán los métodos de muestreo y los métodos analíticos utilizados.

3.3.2.7 Revisión crítica

En el alcance se define la necesidad de realizar una revisión crítica, como conducirla y quién la conducirá.

La revisión crítica es una técnica usada para verificar si un estudio de ACV ha satisfecho los requisitos de esta norma para la metodología, los datos y el informe. En el caso en estudio se realizará una revisión experta externa, que debe ser llevada a cabo por un experto externo independiente del estudio de ACV. Dicho experto debe estar familiarizado con los requisitos de las normas IRAM ISO de la serie 14040 y debe tener la pericia científica y técnica necesaria. El informe de revisión será preparado en su totalidad por el experto externo independiente.

3.3.3 Análisis del inventario

3.3.3.1 Procedimientos para la recolección de los datos

Muestreo:

Se tomarán muestras simples, puntuales, extraídas de forma manual. Cada muestra será representativa de la calidad solamente al tiempo y en lugar en que sea tomada. Este tipo de muestras se recomiendan para flujos no uniformes y si los valores de los parámetros de interés no son constantes (IRAM 29012-2).

El proceso en cuestión está constituido por operaciones de tipo batch y el efluente fluye de forma intermitente en cuanto a caudal y concentración. Para considerar las variaciones inherentes al tipo de proceso, se analizarán muestras tomadas en distintos intervalos de tiempo.

Las muestras para determinación de metales pesados se preservarán agregando 1.5 ml de ácido nítrico para evitar que precipiten los metales y se conservarán en frío.

Las muestras para determinación de DQO se almacenarán a una temperatura inferior a los 4°C previa adición de ácido sulfúrico hasta alcanzar un pH menor a 2.

Muestra	Descripción del punto de muestreo	Fecha de muestreo	Tipo de muestra	Parámetro a analizar
A	Salida final del efluente	3/5	líquida	Cu, Fe, Mn, Cr,
B	Salida del sector de curtido	3/5	líquida	Cu, Fe, Mn, Cr,
C	Salida del sector de teñido	3/5	líquida	Cu, Fe, Mn, Cr,
I	Sales de cromo	3/5	sólida	Cu, Fe, Mn, Cr,
II	Pigmento	3/5	sólida	Cu, Fe, Mn, Cr,
III	Producto final (cuero sin teñir)	3/5	sólida	Cu, Fe, Mn, Cr,
IV	Producto final (cuero teñido/naranja)	3/5	sólida	Cu, Fe, Mn, Cr,
1	Salida final del efluente	3/5	líquida	DQO
2	Salida del sector de curtido	3/5	líquida	DQO
3	Salida del sector de teñido	3/5	líquida	DQO
A.1	Salida Final del efluente	7/6	líquida	Cu, Fe, Mn, Cr,
B.1	Salida del sector de curtido	7/6	líquida	Cu, Fe, Mn, Cr,

Técnicas Analíticas:

Determinación de metales pesados:

Para la determinación de metales pesados se utilizó el método normalizado 3111B.

En la bibliografía citada en este estudio se encuentra la fuente de los métodos normalizados para el análisis de aguas.

Determinación de pH en muestras líquidas:

La determinación de pH se realiza en el momento del muestreo con bandas indicadoras de pH previamente al agregado de ácido nítrico en las muestras para análisis de metales y ácido sulfúrico en las muestras para determinación de DQO.

Determinación de la reactividad del colorante utilizado (muestra sólida)

Se utilizaron distintos ácidos y bases para determinar la reactividad del colorante.

Determinación de la demanda química de oxígeno (DQO):

Para la determinación de la DQO se utilizará el método normalizado 5220B

Digestión de muestras sólidas:

Se pesaron 2.7360 g de Muestra III (cuero sin teñir)

La muestra se digirió en 50 ml de ácido nítrico concentrado + 5 ml de ácido sulfúrico concentrado.

Se pesaron 2.6291 g de Muestra IV (cuero teñido/naranja)

La muestra se digirió en 50 ml de ácido nítrico concentrado + 5 ml de ácido sulfúrico concentrado.

Se pesaron 0.5 g de Muestra II (pigmento)

La muestra se digirió en 10 ml de ácido nítrico concentrado + 3 ml de ácido sulfúrico concentrado.

Ver en el Anexo los cálculos de los métodos analíticos.

Datos aportados por el dueño del establecimiento:

Se buscará que estos datos cumplan con las condiciones de calidad mencionadas anteriormente. Al pedir los datos de consumos mensuales de agua , energía y gas se promediarán los consumos de distintos meses en lugar de tomar los datos de un mes en particular.

Planillas de recolección de datos

Una parte de las planillas se llenará en planta con los datos aportados por el dueño del establecimiento y la otra parte en el laboratorio luego de analizadas las muestras.

Planilla N°1

Realizador: Natalia Draut																										
Fecha de Llenado: 3/5																										
Corriente en estudio: Entradas de Materia Prima y Productos Intermedios																										
		Operación Unitaria																								
	Unid.	1 st	1 t	2	3 st	3 t	4	5	6	7	8	9	10	11	12 t	13 t	14 st	14 t	15 st	15 t	16 st	16 t	17 st	17 t	Origen datos	
Cuero Salado	u/d	120	30																						Dueño	
Cuero Recortado	u/d			150																					Dueño	
Cuero Remojado	u/d				120	30																			Dueño	
Cuero Descarnado	u/d						150																		Dueño	
Cuero con 1° Lavado	u/d							150																	Dueño	
Cuero con 2° Lavado	u/d								150																Dueño	
Cuero enjuagado	u/d									150															Dueño	
Cuero Picklado	u/d										150														Dueño	
Cuero Curtido	u/d											150													Dueño	
Cuero Centrifugado	u/d												150												Dueño	
Cuero Secado luego de curtido	u/d													150											Dueño	
Cuero limpio	u/d														30		120								Dueño	
Cuero teñido	u/d															30									Dueño	
Cuero Secado luego de teñido	u/d																	30							Dueño	
Cuero Estirado	u/d																		120	30					Dueño	
Cuero Planchado	u/d																				120	30			Dueño	
Cuero Cardado	u/d																						120	30	Dueño	
Sales de Cromo	g/l										5														Dueño	
Pigmentos	g/150 cueros														700										Dueño	

Planilla N°2

Realizador: Natalia Drault																									
Fecha de Llenado: 3/5																									
Corriente en estudio: Salidas Producto Intermedio y Producto Terminado																									
		Operación Unitaria																							
	Unid.	1 st	1 t	2	3 st	3 t	4	5	6	7	8	9	10	11	12 t	13 t	14 st	14 t	15 st	15 t	16 st	16 t	17 st	17 t	Origen datos
Cuero recortado	u/d	120	30																						Dueño
Cuero Remojado	u/d			150																					Dueño
Cuero Descarnado	u/d				120	30																			Dueño
Cuero con 1º Lavado	u/d						150																		Dueño
Cuero con 2º Lavado	u/d							150																	Dueño
Cuero enjuagado	u/d								150																Dueño
Cuero Picklado	u/d									150															Dueño
Cuero Curtido	u/d										150														Dueño
Cuero Centrifugado	u/d											150													Dueño
Cuero Secado luego de curtido	u/d												150												Dueño
Cuero limpio	u/d													150											Dueño
Cuero teñido	u/d														30										Dueño
Cuero Secado luego de teñido	u/d															30									Dueño
Cuero Estirado	u/d																120	30							Dueño
Cuero Planchado	u/d																		120	30					Dueño
Cuero Cardado	u/d																				120	30			Dueño
Cuero Rasado	u/d																						120	30	Dueño

Planilla N°3

Realizador: Natalia Drault											
Fecha de Llenado: 21/6											
Corriente en estudio: Salida de Efluentes Líquidos (para 150 cueros)											
		Operación Unitaria									
	Unid.	2	4	5	6	7	8	9	12 t	Efluente final	Origen datos
DQO	mgO2/l	5585					708		1209	4856	muestreo y análisis
Cr total							1263		14,5	4,5	muestreo y análisis
Mn total		no detectable									muestreo y análisis
Fe total							2,5		5,17	1,1	muestreo y análisis
Cu total							no detectable		12	no detectable	muestreo y análisis

Planilla N°4

Realizador: Natalia Draut																										
Fecha de Llenado:3/5																										
Corriente en estudio: Entradas de Materias Auxiliares																										
		Operación Unitaria																								
	Unid.	1 st	1 t	2	3 st	3 t	4	5	6	7	8	9	10	11	12 t	13 t	14 st	14 t	15 st	15 t	16 st	16 t	17 st	17 t	Origen datos	
Agua	l/150 cueros			7000			7000	7000	7000	7000	7000				7000											Dueño
Detergentes	g/l						4	4																		Dueño
Ácido Fórmico	g/l									3																Dueño
Sal Industrial	g/l									60																Dueño
Acido Sulfúrico	g/l									1																Dueño
Bicarbonato	g/l										1															Dueño
Gas	m3/ mes						*	*					*			*										Dueño
Aserrín	kg/150 cueros													75												Dueño
Aceite	g/l										4															Dueño
Solventes	l/150 cueros													3												Dueño

*Consumo total mensual = 1639

Planilla N°5

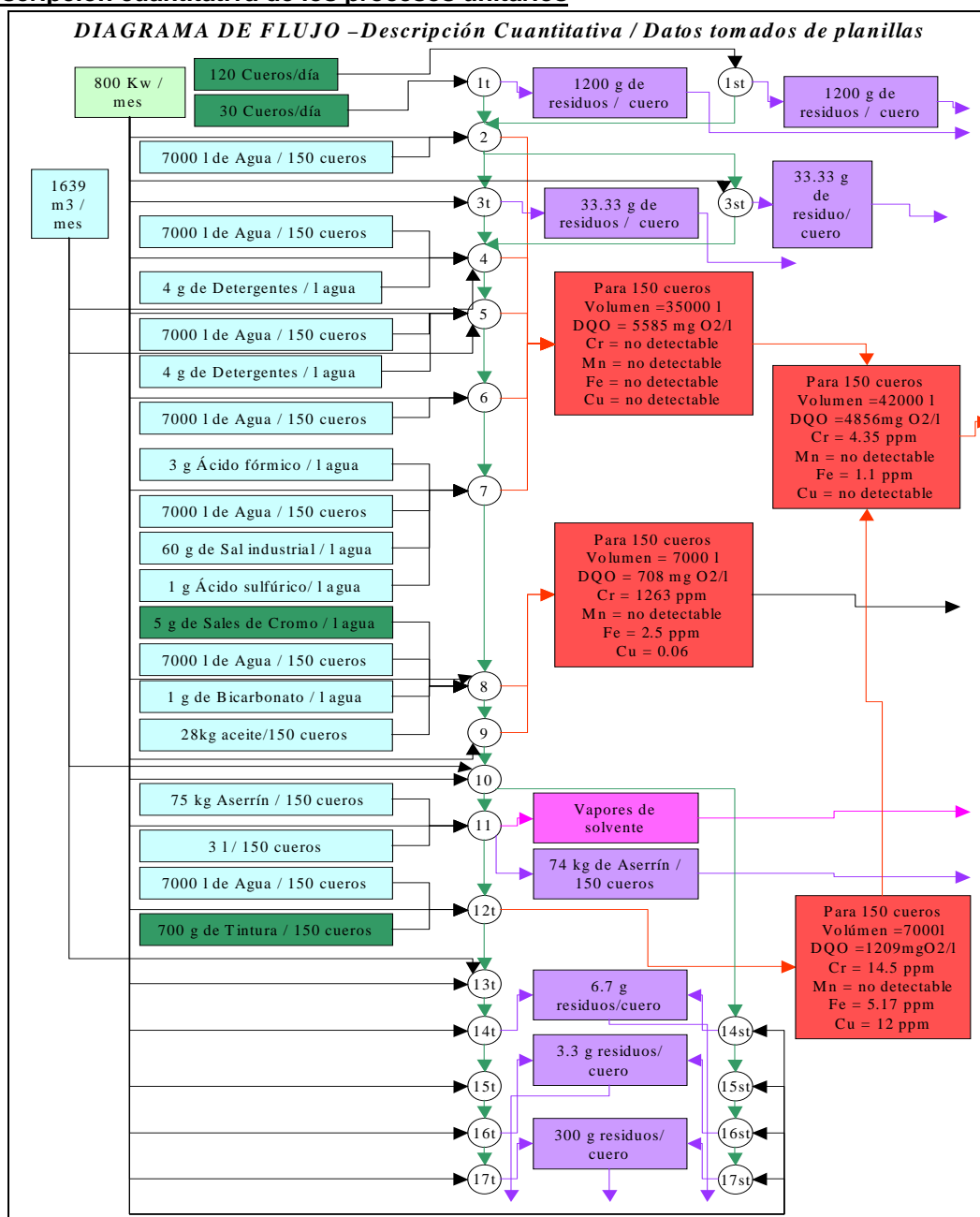
Realizador: Natalia Draut																										
Fecha de Llenado: 3/5																										
Corriente en estudio: Entrada de Energía																										
		Operación Unitaria																								
	Unid.	1 st	1 t	2	3 st	3 t	4	5	6	7	8	9	10	11	12 t	13 t	14 st	14 t	15 st	15 t	16 st	16 t	17 st	17 t	Origen datos	
Energía Eléctrica	kw/ mes	800																								Dueño

Planilla N°6

Realizador: Natalia Draut														
Fecha de Llenado: 3/5														
Corriente en estudio: Salidas de Residuos sólidos														
		Operación Unitaria												
	Unid.	1 st	1 t	3 st	3 t	11	14 st	14 t	16 st	16 t	17 st	17 t	Origen datos	
Recortes	g/ cuero	1200	1200										Dueño	
Producto del descarte	g / cuero			33.33	33.33								Dueño	
Aserrín	kg/150 cueros					74							Dueño	
Residuos del Estirado	g/ cuero						6.7	6.7					Dueño	
Residuos del cardado	g/ cuero								33	33			Dueño	
Residuos del Rasado	g/ cuero										300	300	Dueño	

Planilla N°7

Realizador: Natalia Drault			
Fecha de Llenado: 3/5			
Corriente en estudio: Salidas de Emisiones gaseosas			
		Unid.	11
		Origen datos	
Vapores de solvente	l/150 cueros	3	Dueño

Descripción cuantitativa de los procesos unitarios

3.3.3.3 Fuentes bibliográficas

En este estudio se evitó el utilizar datos bibliográficos para determinar el inventario del ciclo de vida.

3.3.3.4 Procedimientos de cálculo

Una vez recolectados los datos durante el relevamiento de la industria y luego durante el análisis de las muestras en el laboratorio, se necesita de procedimientos de cálculo para obtener los resultados del inventario del sistema definido para cada proceso unitario y para la unidad funcional.

En primer lugar se determina un flujo de referencia apropiado para cada proceso unitario y los datos cuantitativos de entrada y salida del proceso unitario deben ser calculados en relación con este flujo de referencia.

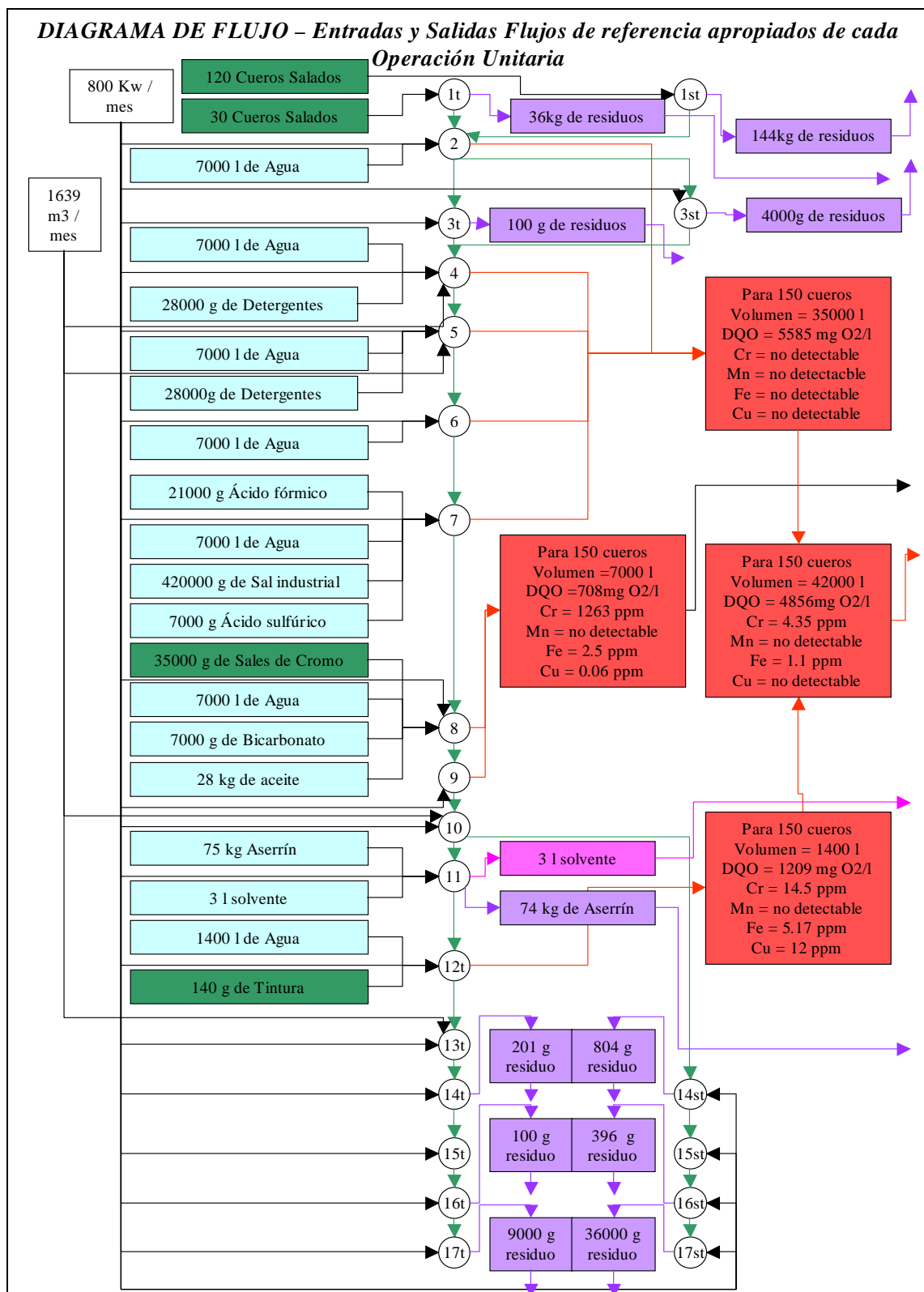
Luego se normalizan los flujos de todos los procesos unitarios en el sistema de la unidad funcional. Este paso se realizará junto con el procedimiento de asignación.

Los datos de consumo mensual de gas y de energía de la planta no se normalizan en el sistema de la unidad funcional para cada proceso unitario, por la dificultad de determinar el consumo de cada máquina. Estos datos se consideran importantes para la posterior implementación de indicadores de desempeño ambiental.

Flujos de referencia apropiados para cada proceso unitario

Operación Unitaria	Flujo de Referencia Apropiado
1t – Recorte de cueros teñidos	30 cueros teñidos descarnados
1st – Recorte de cueros sin teñir	120 cueros sin teñir descarnados
2 – Remojo	150 cueros remojados
3 t – Descarne de cueros teñidos	30 cueros teñidos descarnados
3 st – Descarne de cueros sin teñir	120 cueros sin teñir descarnados
4 – 1° Lavado con Detergentes	150 cueros lavados
5 – 2° Lavado con Detergentes	150 cueros lavados
6 – Enjuague	150 cueros enjuagados
7 – Precurtido	150 cueros precurtidos
8 – Curtido	150 cueros curtidos
9 – Centrifugado	150 cueros curtidos
10 – Secado	150 cueros secados
11 – Limpieza de cueros manchados	150 cueros limpios
12 – Teñido	30 cueros teñidos
13 – Secado	30 cueros secados luego de teñidos
14 t – Estirado de cueros teñidos	30 cueros teñidos estirados
14 st – Estirado de cueros sin teñir	120 cueros sin teñir estirados
15 t – Planchado de cueros teñidos	30 cueros teñidos planchados
15 st – Planchado de cueros sin teñir	120 cueros sin teñir planchados
16 t – Cardado de cueros teñidos	30 cueros teñidos cardados
16 st – Cardado de cueros sin teñir	120 cueros sin teñir cardados
17 t – Rasado de cueros teñidos	30 cueros teñidos rasados
17 st – Rasado de cueros sin teñir	120 cueros sin teñir rasados

Datos de entrada y salida de cada proceso unitario en función del flujo de referencia apropiado para cada uno.



3.3.3.5 Validación de los datos

Balance para la DQO

DQO1: Demanda química de oxígeno de las operaciones 2, 4, 5, 6, 7.

DQO2: Demanda química de oxígeno de la operación 12

DQO3: Demanda química de oxígeno del efluente final

Vol 1: Volumen del efluente de las operaciones 2, 4, 5, 6, 7

Vol 2: Volumen del efluente de la operación 12

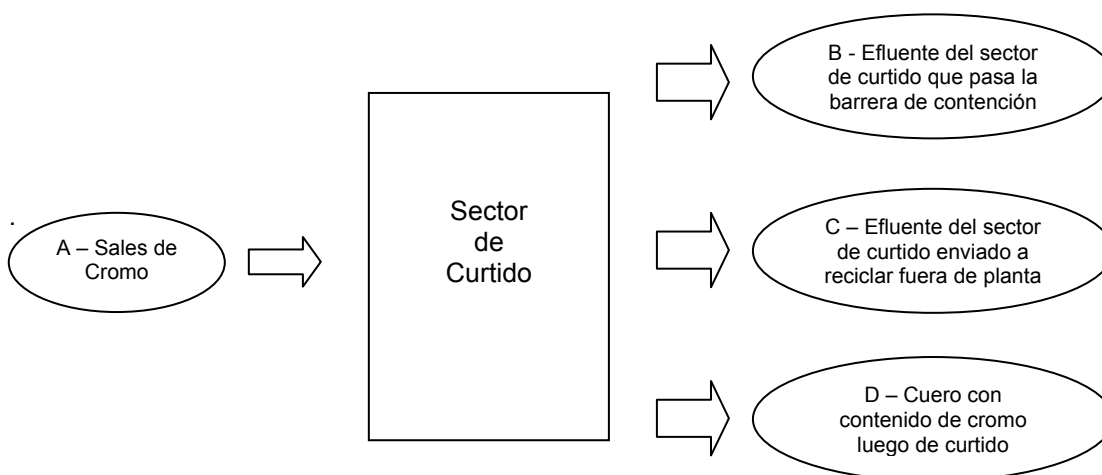
Vol 3: Volumen del efluente final

$$DQO1 \times Vol 1 + DQO2 \times Vol 2 = DQO3 \times Vol 3$$

$$5585.4 \text{ mg O}_2 / \text{l} \times 35000 \text{ l} + 1209 \text{ O}_2 / \text{l} \times 7000 \text{ l} = 4856 \text{ O}_2 / \text{l} \times 42000 \text{ l}$$

$$175.1 \text{ kg O}_2 + 1.7 \text{ kg O}_2 = 176.7 \text{ kg O}_2$$

Balance para el cromo en el sector de curtido



A: mg de Cr en las sales utilizadas para curtir por día. Para la realización del balance se utilizará el valor del contenido de cromo de las sales especificado en el producto comercial ya que el valor determinado analítico de las sales proporcionados por el dueño de la curtiembre es mucho menor y existen dudas sobre su verdadero origen.

Contenido de cromo de las sales comerciales: 26%

Contenido de cromo de la sustancia proporcionada por el dueño de la curtiembre: 19%

$$A = 5000 \text{ mg sales de Cr} / \text{l agua} \times 7000 \text{ l agua} \times 0.26 \text{ mg Cr} / \text{mg sales de Cr} = \mathbf{9.1 \text{ kg Cr}}$$

B: mg de cromo en el efluente del sector de curtido que pasa la barrera de contención diariamente. Para el cálculo de esta cantidad de cromo se determinará el cromo total eliminado en el efluente final diariamente y luego se le restará la cantidad de cromo proveniente del sector de curtido.

$$B = \text{Cr en el efluente final} - \text{Cr en el efluente del sector de teñido}$$

$$B = 42000 \text{ l agua} \times 4.35 \text{ mg Cr} / \text{l agua} - 7000 \text{ l agua} \times 14.5 \text{ mg Cr} / \text{l} = \mathbf{0.08 \text{ Kg Cr}}$$

Puede observarse que el 45% de la contaminación por cromo tiene su origen en una mala delimitación y contención del sector de curtido. El resto de la contaminación por cromo puede

deberse a cromo arrastrado por los cueros o debido al uso de pigmentos con contenido metálico de cromo.

C: contenido de cromo en el efluente del sector de curtido enviado fuera de planta a reciclar

$$C = 7000 \text{ l agua} \times 1263 \text{ mg / l agua} = \mathbf{8.84 \text{ kg Cr}}$$

D : contenido de cromo en el cuero curtido

$$D = 1 \text{ kg cuero / cuero} \times 150 \text{ cueros} \times 1000 \text{ g cuero / kg cuero} \times 1.65 \text{ mg Cr / g cuero} = \mathbf{0.22 \text{ kg Cr}}$$

$$A = B + C + D$$

$$g \text{ Cr} = 0.08 \text{ kg Cr} + 8.82 \text{ kg Cr} + 0.2 \text{ kg Cr}$$

3.3.3.6 Principios y procedimientos de asignación

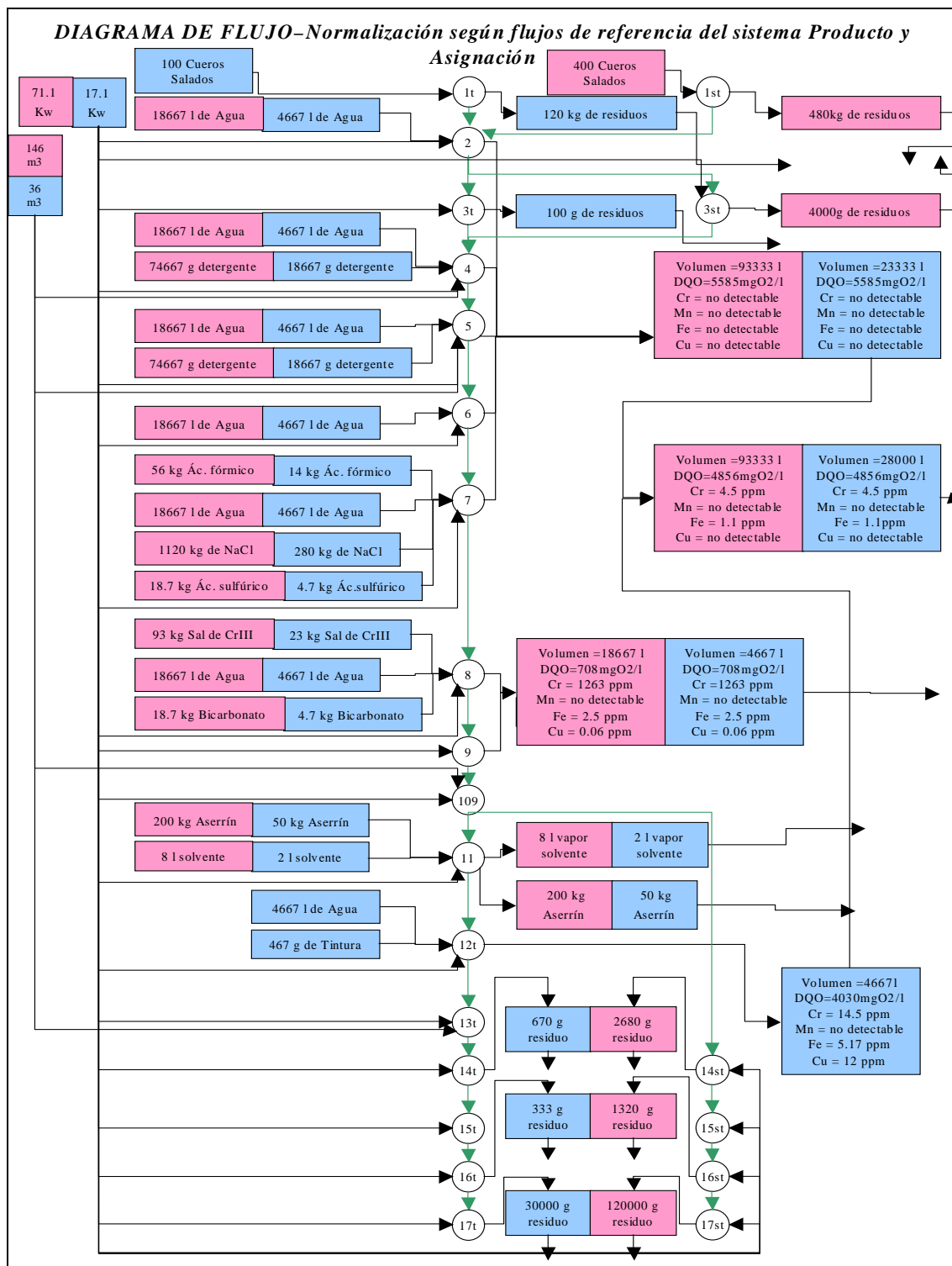
Normalización de los flujos de todos los procesos unitarios en el sistema de la unidad funcional referidos al flujo de referencia junto con el procedimiento de asignación para una producción total de 500 cueros diarios.

Entrada o Salida / 400 cueros curtidos sin teñir

Entrada o Salida / 100 cueros curtidos teñidos

En las operaciones unitarias donde no pudo evitarse la asignación, las entradas y salidas del sistema son distribuidas entre sus diferentes productos o funciones de manera tal que reflejen las relaciones físicas subyacentes entre ellos; es decir, ellas deben reflejar la forma en que las entradas y salidas son alteradas por los cambios cuantitativos en los productos o funciones realizados por el sistema.

Se puede observar que aquellas operaciones unitarias a asignar cuentan con una capacidad máxima de 500 cueros diarios. Un 20% de esta cantidad máxima corresponde a la cantidad de cueros teñidos en promedio diariamente, mientras que el 80% restante no lo son. Se asume que la asignación puede realizarse en función de estos porcentajes de producción. Esto significa que del total de entradas y salidas se le asignarán un 20% a los cueros teñidos y el resto a los cueros sin teñir.



3.3.4 Limitaciones del ICV

La incertidumbre es introducida en los resultados de un ICV debido a los efectos acumulativos de las incertidumbres de las entradas y la variabilidad de los datos.

3.3.4.1 Análisis de sensibilidad

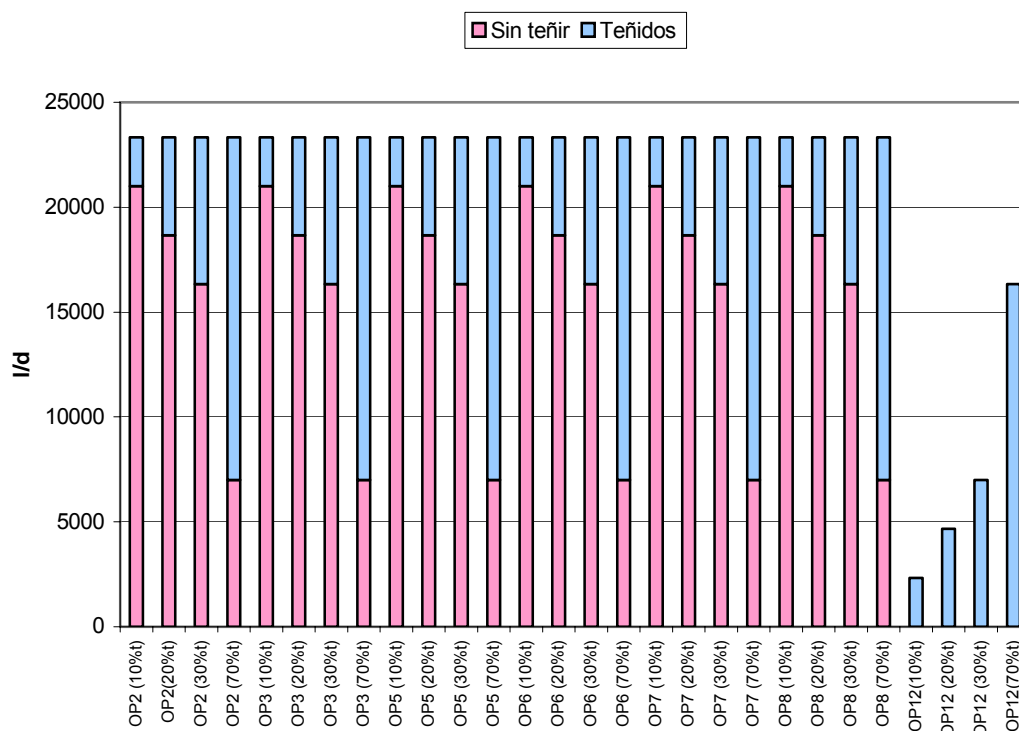
Un análisis de sensibilidad evalúa la influencia sobre el resultado final de los cambios en parámetros de entrada o decisión, uno a la vez. Es un paso necesario debido a la subjetividad en ciertas decisiones tomadas al principio del estudio o durante las iteraciones.

El análisis de sensibilidad se realizará sobre la asignación realizada en las operaciones tipo batch, debido a que el porcentaje de producción de cueros teñidos (20%) sobre el total, es un valor promedio que depende de las variaciones del mercado, fluctuando en el tiempo. Se evaluará la forma en la que varían los flujos de entrada y salida al variar el porcentaje de producción de cueros teñidos.

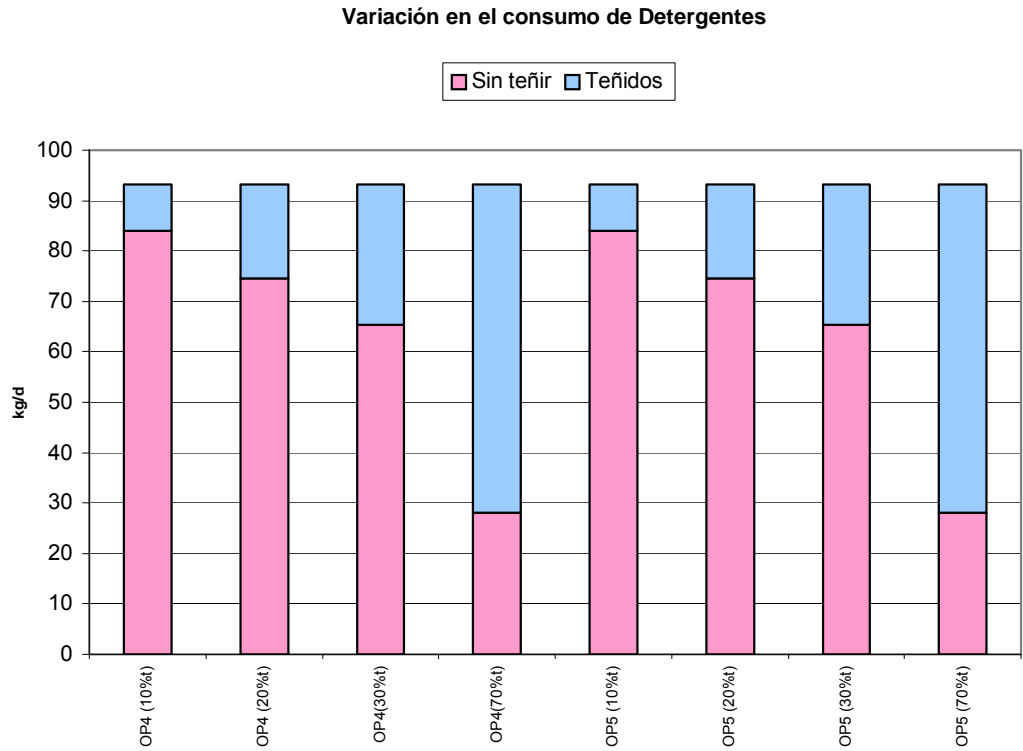
También se considerará la variación en las entradas y salidas a las operaciones unitarias del tipo continuo, variándolas en función del porcentaje de producción de los distintos tipos de cueros. Con esto se asume, solo para el análisis de sensibilidad ya que no pueden tomarse datos de una situación hipotética, que esta variación en los flujos será proporcional a las fluctuaciones de la producción.

Al realizar el análisis de sensibilidad se observó que al variar el factor de asignación se estaría variando la unidad funcional y el flujo de referencia en lo relativo a la proporción entre la cantidad de cueros teñidos y no teñidos que se obtienen de la producción total, pero manteniendo a la producción total en la máxima capacidad de planta como fue especificado en el alcance.

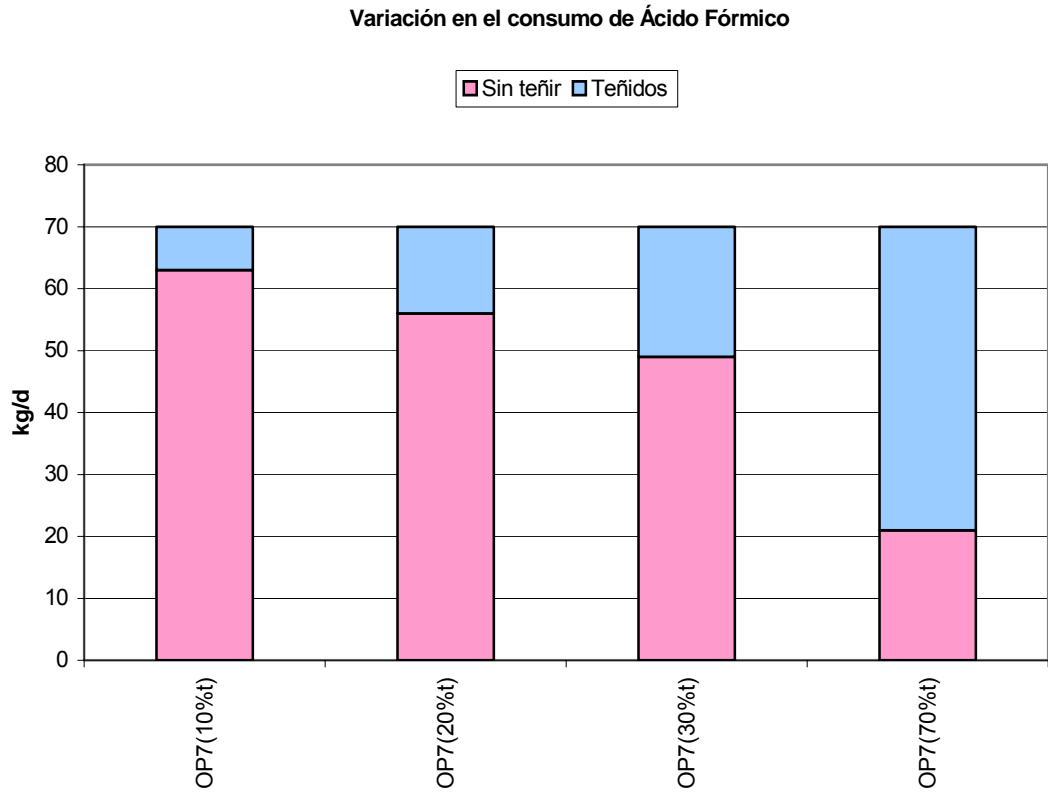
Variación en el consumo de Agua



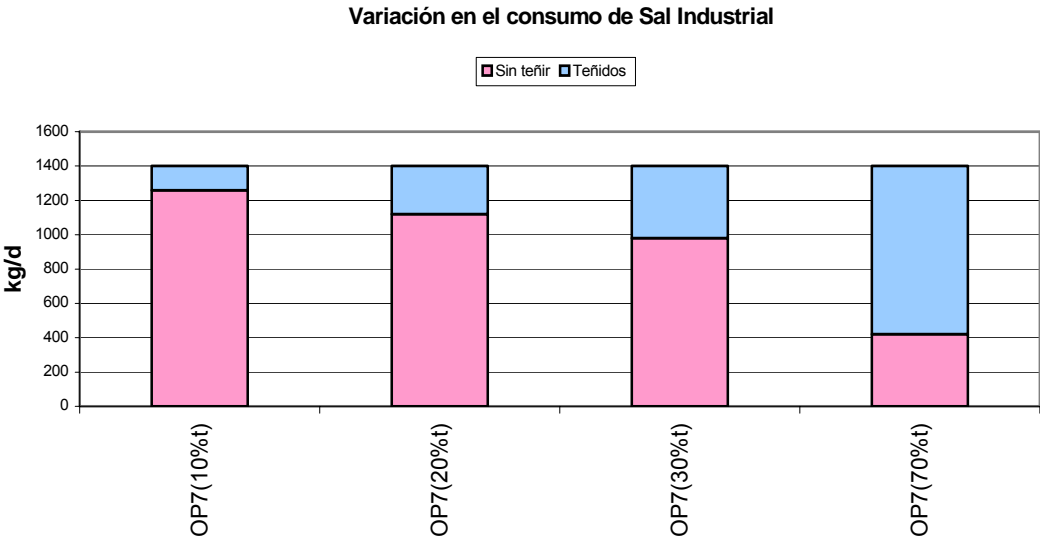
Del gráfico anterior se puede concluir que al ir variando la demanda de cueros teñidos va a ir variando el consumo de agua asignado al cuero teñido y al sin teñir, pero sin afectar el consumo total de agua. Sin embargo se puede observar que debido a que la operación de teñido se realiza con consumo de agua, el consumo de la misma aumentaría con el porcentaje de cueros teñidos del total de la producción.



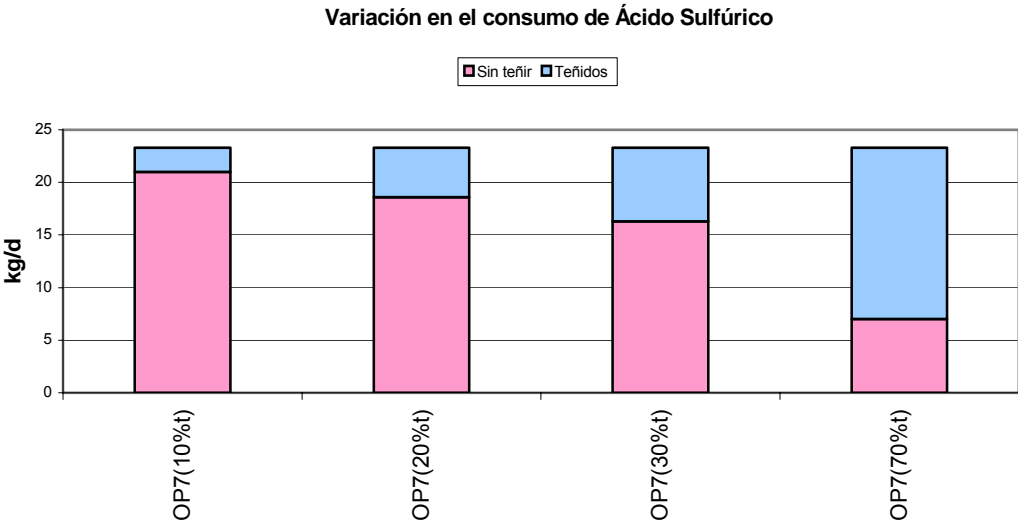
El consumo de detergentes asignado a cada tipo de cuero varía con la demanda del mercado de cueros teñidos, pero sin afectar el total consumido.



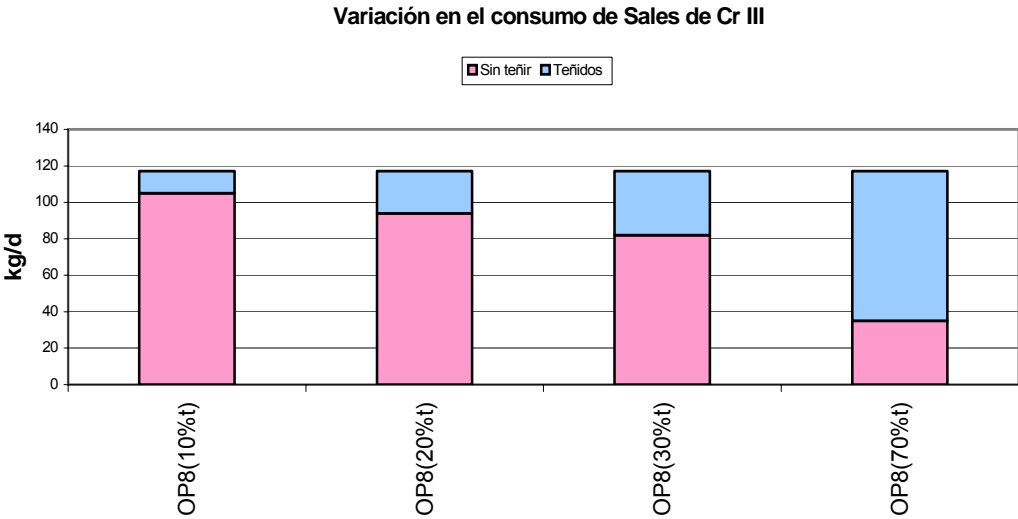
El consumo de ácido fórmico asignado a cada tipo de cuero varía con la demanda del mercado de cueros teñidos, pero sin afectar el total consumido



El consumo de sal industrial asignado a cada tipo de cuero varía con la demanda del mercado de cueros teñidos, pero sin afectar el total consumido.

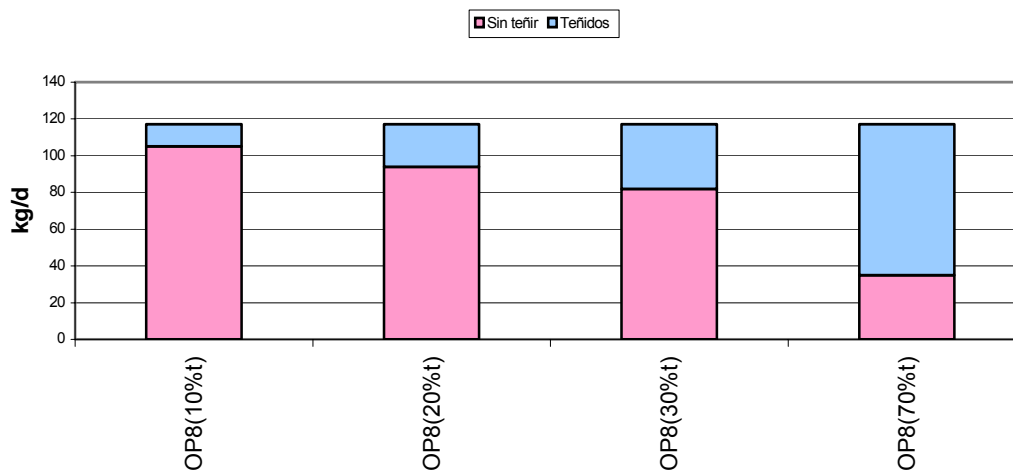


El consumo de ácido sulfúrico asignado a cada tipo de cuero varía con la demanda del mercado de cueros teñidos, pero sin afectar el total consumido.



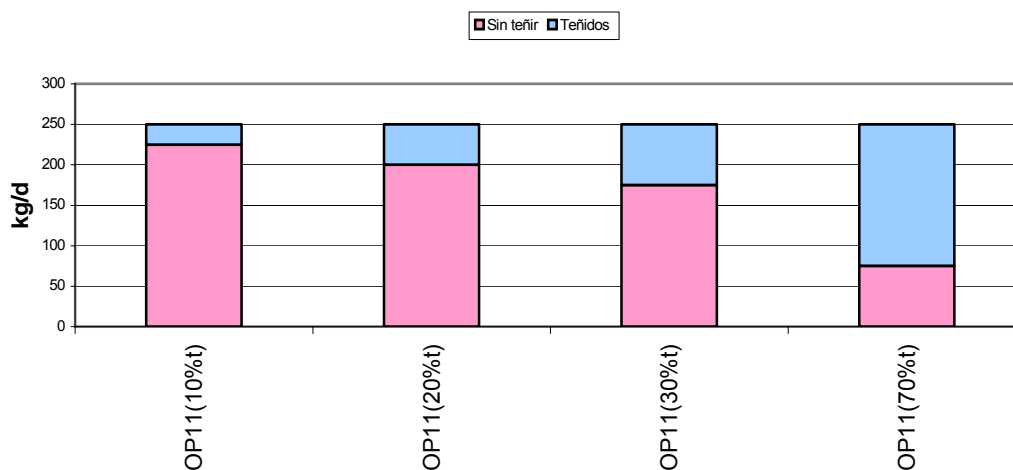
El consumo de sales de cromo III asignado a cada tipo de cuero varía con la demanda del mercado de cueros teñidos, pero sin afectar el total consumido.

Variación en el consumo de Bicarbonato



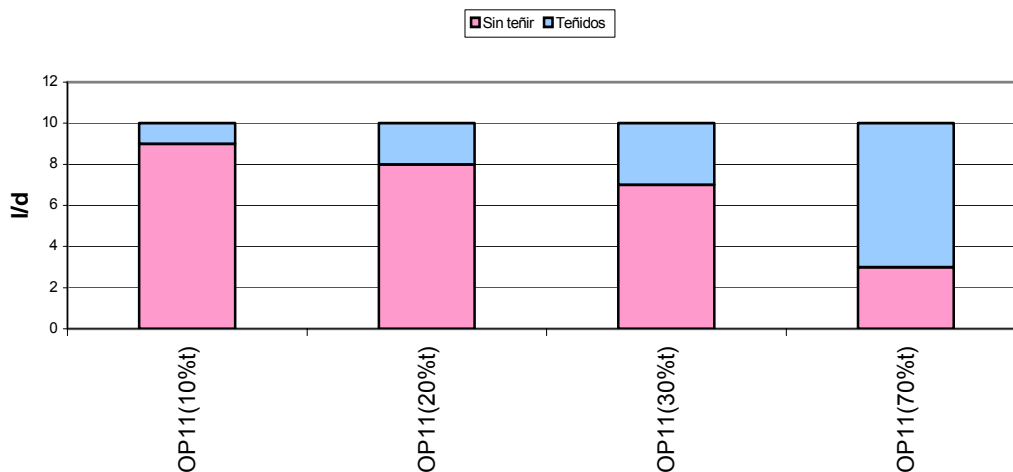
El consumo de bicarbonato asignado a cada tipo de cuero varía con la demanda del mercado de cueros teñidos, pero sin afectar el total consumido.

Variación en el consumo de Aserrín



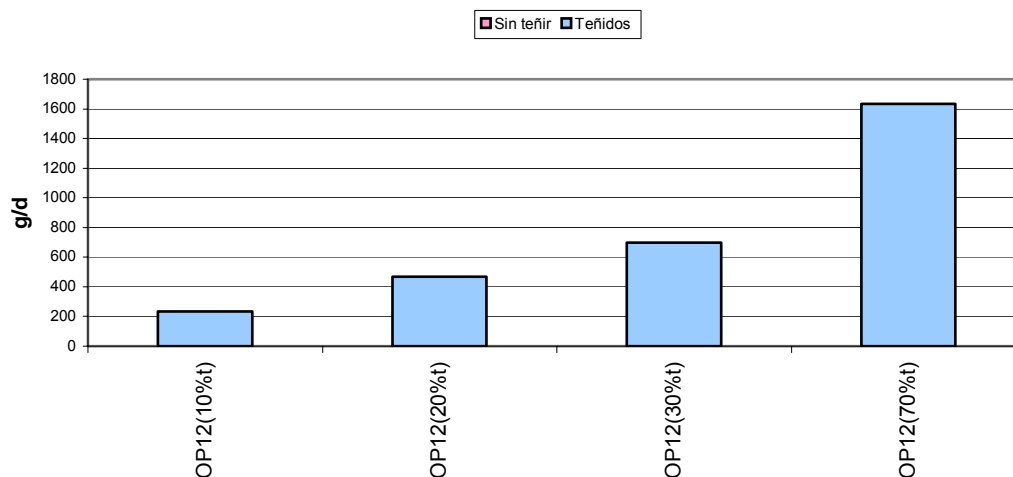
El consumo de sales de aserrín asignado a cada tipo de cuero varía con la demanda del mercado de cueros teñidos, pero sin afectar el total consumido.

Variación en el consumo de Solventes



El consumo de solventes asignado a cada tipo de cuero varía con la demanda del mercado de cueros teñidos, pero sin afectar el total consumido.

Variación en el consumo de Pigmentos



El consumo de pigmentos aumenta al aumentar la demanda de cueros teñidos.

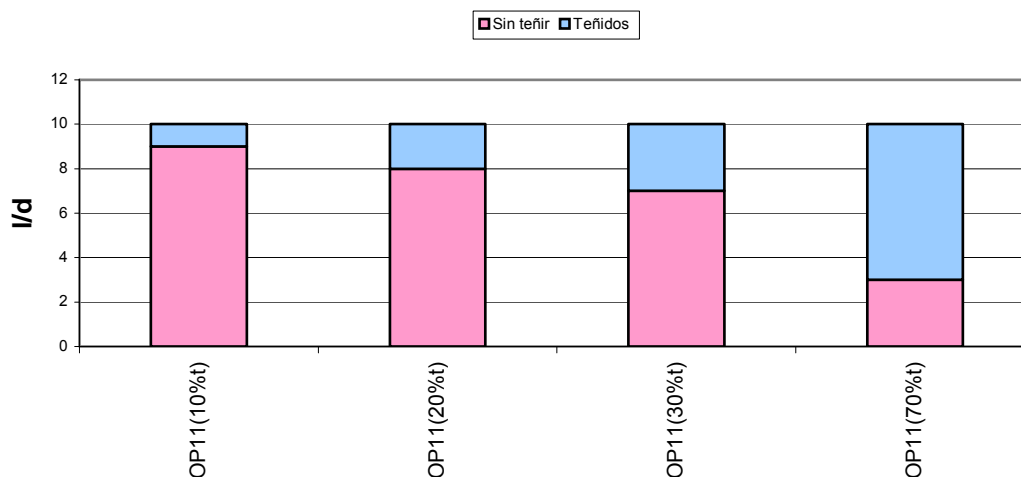
Variación en el consumo de Energía

No puede realizarse un análisis de sensibilidad para el consumo total de energía ya que no se conoce el porcentaje correspondiente a las operaciones de teñido.

Variación en el consumo de Gas

No puede realizarse un análisis de sensibilidad para el consumo total de gas ya que no se conoce el porcentaje correspondiente a las operaciones de teñido.

Variación en Emisiones Gaseosas



Considerando como emisiones gaseosas la evaporación de los solventes de la limpieza de cueros con aserrín, se observa que las mismas varían en relación con los valores asignados a cada tipo de cuero, pero la cantidad total de emisiones gaseosas no varía.

3.3.4.2 Evaluación de la calidad de los datos

Cobertura temporal: Se utilizaron datos primarios de la industria en estudio de los últimos tres meses para las determinaciones analíticas y de los últimos años para aquella información aportada por el dueño de la curtiembre.

Cobertura geográfica: Los límites espaciales incluyen las instalaciones del sitio específico de la industria. Los datos se obtuvieron de las operaciones unitarias ubicadas dentro de la planta industrial respetando los límites definidos en el alcance del estudio.

Cobertura tecnológica: Debido a que los datos fueron recolectados dentro de la industria en estudio, solo se considera la tecnología presente al momento del estudio en la misma.

Precisión de los datos: La precisión es la medida de la variabilidad de los datos para cada categoría de datos expresada. Dada la poca cantidad de muestras analizadas no se pudo determinar la precisión de los datos y se recomienda analizar mayor cantidad de muestras.

Integración: El 100% de los datos tomados son primarios.

Representatividad: La representatividad de la muestra alcanza su mejor evaluación mediante el análisis de diversas muestras del mismo lugar. La cantidad de muestras tomadas para el estudio podrían significar una limitación, pero se busco reemplazar el número de muestras con la mayor representatividad posible de las mismas.

Coherencia: Para cada categoría de datos se utilizó el mismo método analítico al analizar distintas muestras.

Reproducibilidad: Debido a la especificación de los puntos y métodos de muestreo y a la utilización de métodos normalizados de análisis, se pueden reproducir en forma independiente los resultados informados en el estudio.

3.3.4.3 Funciones del sistema y las unidades funcionales

En el análisis de sensibilidad se mencionó la variación de las unidades funcionales al variar el factor de asignación, pero sin afectar la consideración de la máxima capacidad de planta en la suma de las dos unidades funcionales consideradas.

3.3.4.4 Límites del sistema

Los límites del sistema fueron respetados en la recolección de datos del inventario del ciclo de vida. Los datos de las operaciones unitarias consideradas dentro de los límites del sistema producto resultaron ser los necesarios según la meta y el alcance definidos, no habiendo necesidad de modificar los límites en cuestión.

Sin embargo puede considerarse una limitación de los límites definidos el que no permiten una visión holística de la problemática ambiental asociada a los cueros curtidos. Generalmente el ciclo de vida se analiza desde la cuna hasta la tumba *figura 1*. Esto significa que se consideran todas las etapas posibles desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final de los residuos. Con este esquema conceptual se considera todo el alcance de las consecuencias ambientales de aquello que se estudia.

Al realizar un Análisis de Ciclo de Vida de puerta a puerta no se incluyen todas las etapas y no se considera a muchas personas interesadas, como ser proveedores, fabricantes, clientes, usuarios, administradores de la recuperación de recursos y de desechos, cuya participación es crucial para evitar la contaminación, lo que representa una limitación no solo del Inventario del Ciclo de Vida sino del Análisis de Ciclo de Vida en su totalidad.

Sin embargo en el caso particular de la curtiembre en estudio se adaptó el Análisis de Ciclo de Vida para utilizarlo como una herramienta de gestión ambiental interna, para resolver en un primer momento aquella problemática ambiental directamente relacionada con el proceso productivo. Esto permitirá en un futuro contar con la información necesaria para desarrollar e

implementar un Sistema de Gestión Ambiental y así poder insertar los productos en el mercado extranjero. Cuando la industria en cuestión expanda su mercado y crezca económicamente podrá expandir los límites del sistema producto hacia clientes y proveedores para realizar un Análisis de Ciclo de Vida completo, mejorando entre otras cosas la imagen del producto. Por lo tanto la limitación encontrada en el ACV producto de la definición de los límites del sistema es coherente con la meta y alcance del estudio.

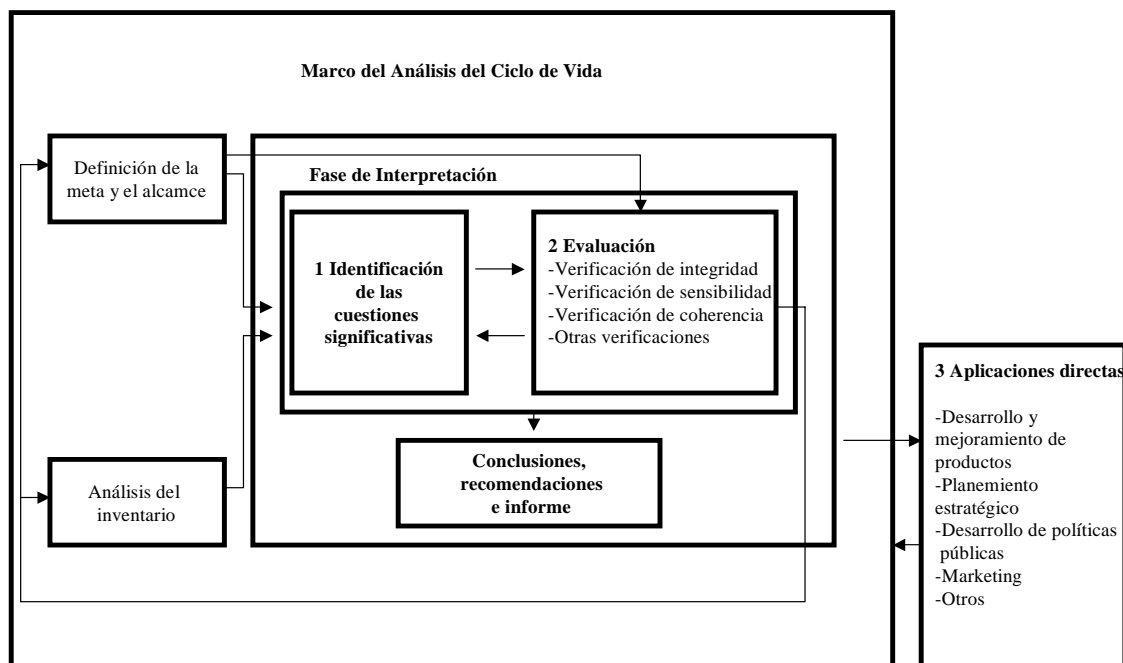
3.3.5 Evaluación del Impacto

Esta fase del análisis de ciclo de vida está dirigida a conocer y evaluar la magnitud y la significación de los impactos ambientales potenciales de un sistema producto mediante la utilización de modelos y gran cantidad de datos. La evaluación del impacto queda fuera del alcance de este estudio.

3.3.6 Interpretación del Ciclo de Vida

La interpretación del ciclo de vida tiene como objetivo proveer una presentación fácilmente comprensible, completa y coherente de los resultados del estudio de análisis de ciclo de vida o del inventario del ciclo de vida.

Relación entre la fase de interpretación y las otras fases del análisis del ciclo de vida



Las fases de definición de meta y alcance y de interpretación del análisis del ciclo de vida enmarcan el estudio, mientras que la fase de inventario del ciclo de vida genera la información del sistema producto.

3.3.6.1 Identificación de las cuestiones significativas

Consiste en la identificación y ordenamiento de la información y la determinación posterior de las cuestiones significativas.

ORDENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se utilizará como enfoque de ordenamiento la diferenciación entre grupos de procesos considerando tres fases fundamentales de fabricación dentro de la planta y se considerará una

cuarta fase determinada por la descarga de efluentes líquidos debido a su implicancia medio ambiental.

Fase de Ribera: en esta fase se incluyen las operaciones de recorte, remojo, descarte, 1° lavado, 2° lavado, enjuague y precurtido.

Fase de curtición: incluye las operaciones de curtido y posterior centrifugado.

Fase de teñido y acabado: incluye las operaciones de teñido, secado, limpieza, estirado, planchado, cardado y rasado.

Fase de descarga de efluentes líquidos: no está definida por ninguna operación que se realice dentro de la planta industrial, pero es consecuencia de todas ellas. Observar que en la descarga de efluentes líquidos no se incluye la descarga del sector de curtido, debido a que el efluente de este sector se envía a recuperar.

Debido a que la identificación tiene por finalidad proveer un enfoque organizado para la evaluación final de los datos del estudio, la información y los hallazgos, se considerarán las categorías de datos de inventario individuales para las siguientes categorías de datos:

- Entradas de energía
- Entradas de materias auxiliares
- Efluentes líquidos
- Residuos sólidos

Coproducto: Cuero Curtido sin teñir										
Unidad de referencia : 400 cueros										
Categoría de datos	Categoría de datos individuales	Unidad de medida	Ribera		Curtido		Teñido y Acabado		Descarga de efluentes líquidos al medio ambiente	Total
Materias Auxiliares	Consumo de agua	litros	93333	93333	18667	18667	-	8	-	112000
	Consumo de Solventes	litros	-	-	-	-	8	8	-	8
	Consumo de detergentes	kilogramos	149.334	1344	-	18.7	-	200	-	149334
	Consumo de Ácido Fórmico	kilogramos	56		-		-		-	56
	Consumo de Cloruro de Sodio	kilogramos	1120		-		-		-	1120
	Consumo de Ácido Sulfúrico	kilogramos	18.7		-		-		-	18.7
	Consumo de Bicarbonato	kilogramos	-		18.7		-		-	18.7
	Consumo de Aeserrín	kilogramos	-		-		200		-	200
Materia Prima	Consumo de Aceite	kilogramos	-	-	74.7	167.7	-	-	-	74.7
	Consumo de sales de Cromo III	kilogramos	-		93		-		-	93
Residuos Sólidos	Residuos sólidos sin contenido de cromo	kilogramos	480	484	-	-	-	324	-	480
		kilogramos	4		-		-		-	4
	Residuos sólidos con contenido de cromo	kilogramos	-		-		324		-	324
Emissiones Gaseosas	Solvente evaporado	litros	-		-		8		-	8
Efluentes líquidos	Vol de efluente	litros	93333		18667		-		93333	112000
	Consumo de O2 del efluente = DQO x Vol	kg O2	521		13				453	534
	Cromo	kg	no detectable		23.6		-		0.4	24
	Manganeso	kg			no detectable		-		no detectable	no detectable
	Hierro	kg	no detectable		0.047		-		0.1	0.147
	Cobre	kg	no detectable		0.001		-		no detectable	0.001

En estos datos se refleja la posible pérdida del sector de curtido hacia el efluente final

Coproducto: Cuero Curtido teñido											
Unidad de referencia : 100 cueros											
Categoría de datos	Categoría de datos individuales	Unidad de medida	Ribera		Curtido		Teñido y Acabado		Descarga de efluentes líquidos al medio ambiente	Total	
Materias Auxiliares	Consumo de agua	litros	233333	23333	4667	4667	4667	4669	-	32667	32669
	Consumo de Solventes	litros	-		-		2		-	2	
	Consumo de detergentes	kilogramos	37.334	336	-	4.7	-	50	-	37334	390.7
	Consumo de Ácido Fórmico	kilogramos	14		-		-		-	14	
	Consumo de Cloruro de Sodio	kilogramos	280		-		-		-	280	
	Consumo de Ácido Sulfúrico	kilogramos	4.7		-		-		-	4.7	
	Consumo de Bicarbonato	kilogramos	-		4.7		-		-	4.7	
	Consumo de Aserín	kilogramos	-		-		50		-	50	
Materia Prima	Consumo de colorantes	kilogramos	-	-	-	41.7	0.467	0.467	-	467	42.167
	Consumo de Aceite	kilogramos	-		18.7		-		-	18.7	
	Consumo de sales de Cromo III	kilogramos	-		23		-		-	23	
Residuos Sólidos	Residuos sólidos sin contenido de cromo	kilogramos	120	120.1	-	-	-	81	-	120	201.1
		kilogramos	0.1		-		-		-	0.1	
	Residuos sólidos con contenido de cromo	kilogramos	-		-		81		-	81	
Emissiones gaseosas	Solvente evaporado	litros	-	-	-	-	2	2	-	2	2
Efluentes Líquidos	Vol de efluente	litros	23333		4667		4667		28000	32667	
	kg O2 consumido = DQOxVol	kg O2	130.3		3.3		5.6		135.9	139.2	
	Cromo	kg	no detectable		5.9		0.012		1.2	7.112	
	Manganeso	kg	no detectable		no detectable		no detectable		no detectable	no detectable	
	Hierro	kg	no detectable		0.0116		0.024		0.031	0.067	
	Cobre	kg	no detectable		0.0003		0.056		no detectable	0.0563	

En estos datos se refleja la posible pérdida del sector de curtido hacia el efluente final

Para el consumo de energía y gas no se contó con datos como para separar el consumo en las distintas fases. Solo se obtuvo el consumo total diario.

Consumo de gas = 182 m³ / día

Consumo de energía = 34.2 kw / día

DETERMINACIÓN DE CUESTIONES SIGNIFICATIVAS

Para la determinación de las cuestiones significativas, nos basaremos en la información organizada en el punto anterior, utilizando el método de análisis de contribución.

En el método de análisis por contribución, se examina la contribución de cada fase con respecto del total considerado para cada categoría de datos. La contribución por lo tanto se expresa como un porcentaje del total.

Cabe recordar que en este proceso de identificación no se cambia ni se recalcula ningún dato. La única modificación que se hace es la conversión a porcentajes.

A continuación se pueden observar las tablas con las contribuciones porcentuales de las entradas y salidas del inventario del ciclo de vida.

Coproducto: Cuero Curtido sin teñir										
Unidad de referencia : 400 cueros										
Categoría de datos	Categoría de datos individuales	Ribera %		Curtido %		Teñido y Acabado %		Descarga de efluentes líquidos al medio ambiente %	Total %	
Materias Auxiliares	Consumo de agua	83.333	83.328	16.666	16.665	-	0.007	-	100	100
	Consumo de Solventes	-		-		100		-	100	
	Consumo de detergentes	100	86.005	-	1.197	-	12.798	-	100	100
	Consumo de Ácido Fórmico	100		-		-		-	100	
	Consumo de Cloruro de Sodio	100		-		-		-	100	
	Consumo de Ácido Sulfúrico	100		-		-		-	100	
	Consumo de Bicarbonato	-		100		-		-	100	
	Consumo de Aserrín	-		-		100		-	100	
Materia Prima	Consumo de Aceite	-	-	100	100	-	-	-	100	100
	Consumo de sales de Cromo III	-		100		-		-	100	
Residuos Sólidos	Residuos sólidos sin contenido de cromo	100	1.22	-	-	-	98.78	-	100	100
	Residuos sólidos con contenido de cromo	-		-		100		-	100	
Emissiones Gaseosas	Solvente evaporado	-	-	-	-	100	100	-	100	100
Efluentes líquidos	Vol de efluente	83.3		16.7		-		83.3	100	
	mg O2 = DQOxVol	97.6		2.4		-			100	
	Cromo	-		98.3		-		1.7	100	
	Manganeso	-		-		-		-	-	
	Hierro	-		32		-		68	100	
	Cobre	-		100		-		-	100	

Coproducto: Cuero Curtido teñido										
Unidad de referencia : 100 cueros										
Categoría de datos	Categoría de datos individuales	Ribera		Curtido		Teñido y Acabado		Descarga de efluentes líquidos al medio ambiente	Total	
Materias Auxiliares	Consumo de agua	71,43	71,424	14,29	14,284	14,29	14,292	-	100	100
	Consumo de Solventes	-		-		100		-	100	
	Consumo de detergentes	100	86	-	1,2	-	12,8	-	100	100
	Consumo de Ácido Fórmico	100		-		-		-	100	
	Consumo de Cloruro de Sodio	100		-		-		-	100	
	Consumo de Ácido Sulfúrico	100		-		-		-	100	
	Consumo de Bicarbonato	-		100		-		-	100	
	Consumo de Aserrín	-		-		100		-	100	
Materia Prima	Consumo de colorantes	-	-	-	98,9	100	1,1	-	100	100
	Consumo de Aceite	-		100		-		-	100	
	Consumo de sales de Cromo III	-		100		-		-	100	
Residuos Sólidos	Residuos sólidos sin contenido de cromo	100	59,7	-	-	-	40,3	-	100	100
		100		-		-		-	100	
	Residuos sólidos con contenido de cromo	-		-		100		-	100	
Emisiones gaseosas	Solvente evaporado	-	-	-	-	100	100	-	100	100
Efluentes Líquidos	Vol de efluente	71,4		14,3		14,3		85,7	100	
	DQO	93,6		2,4		4		97,6	100	
	Cromo	-		83		0,1		16,9	100	
	Manganeso	-		-		-		-	-	
	Hierro	-		17,4		36		46,6	100	
	Cobre	-		0,5		99,5		-	100	

3.3.6.2 Evaluación

La evaluación tiene como objetivo determinar la confiabilidad y estabilidad de los resultados de la identificación.

VERIFICACIÓN DE INTEGRIDAD

La identificación de integridad tiene por finalidad asegurar que se ha usado la información y los datos detallados de todas las fases, y que están disponibles para la interpretación.

Se identifican los datos faltantes y se evalúa la necesidad de completar los datos obtenidos.

Categoría de datos	Categoría de datos individuales	Completo?	Acción requerida
Materias Auxiliares	Consumo de agua	Sí	Ninguna
	Consumo de Solventes	Sí	Ninguna
	Consumo de detergentes	Sí	Ninguna
	Consumo de Ácido Fórmico	Sí	Ninguna
	Consumo de Cloruro de Sodio	Sí	Ninguna
	Consumo de Ácido Sulfúrico	Sí	Ninguna
	Consumo de Bicarbonato	Sí	Ninguna
	Consumo de Aserrín	Sí	Ninguna
Materia Prima	Consumo de colorantes	Sí	Ninguna
	Consumo de Aceite	Sí	Ninguna
	Consumo de sales de Cromo III	Sí	Ninguna
Residuos Sólidos	Residuos sólidos sin contenido de cromo	Sí	Ninguna
	Residuos sólidos con contenido de cromo	Sí	Ninguna
Emissiones gaseosas	Solvente evaporado	Sí	Ninguna
Efluentes Líquidos	Vol de efluente	Sí	Ninguna
	DQO	Sí	Más muestras
	Cromo	Sí	Más muestras
	Cadmio	Sí	Más muestras
	Níquel	Sí	Más muestras
	Zinc	Sí	Más muestras
	Manganeso	Sí	Más muestras
	Hierro	Sí	Más muestras
	Cobre	Sí	Más muestras
	Plomo	Sí	Más muestras

VERIFICACIÓN DE SENSIBILIDAD

Se considera que el análisis de sensibilidad realizado durante la determinación de las limitaciones del inventario del ciclo de vida es suficiente para evaluar la influencia de las fluctuaciones de la demanda del mercado relacionadas con los distintos coproductos en los flujos de materia y energía.

VERIFICACIÓN DE COHERENCIA

La verificación de coherencia tiene por objetivo determinar la coherencia de los datos con la calidad requerida de los mismos en la definición del alcance.

Categoría de datos	Categoría de datos individuales	Datos primarios	Cobertura geográfica	Tecnología	Exactitud
Materias Auxiliares	Consumo de agua	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
	Consumo de Solventes	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
	Consumo de detergentes	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
	Consumo de Ácido Fórmico	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
	Consumo de Cloruro de Sodio	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
	Consumo de Ácido Sulfúrico	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
	Consumo de Bicarbonato	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
	Consumo de Aserrín	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
Materia Prima	Consumo de colorantes	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
	Consumo de Aceite	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
	Consumo de sales de Cromo III	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
Residuos Sólidos	Residuos sólidos sin contenido de cromo	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
	Residuos sólidos con contenido de cromo	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
Emisiones gaseosas	Solvente evaporado	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
Efluentes Líquidos	Vol de efluente	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Buena
	DQO	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Más Muestras
	Cromo	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Más Muestras
	Cadmio	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Más Muestras
	Níquel	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Más Muestras
	Zinc	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Más Muestras
	Manganeso	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Más Muestras
	Hierro	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Más Muestras
	Cobre	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Más Muestras
	Plomo	OK	Dentro de la Planta	De la Planta	Más Muestras

3.3.6.3 Conclusiones y recomendaciones

El objetivo de este tercer elemento de la interpretación del ciclo de vida es extraer conclusiones y formular recomendaciones a la audiencia a la que está destinada el estudio. Se generarán conclusiones y recomendaciones considerando cada categoría de datos.

Categoría de Datos: Materias Auxiliares Líquidas (Agua, Solventes).

Conclusión: Puede observarse que el mayor consumo de materias auxiliares líquidas, principalmente agua, se da en la fase de ribera, tanto para la producción de cueros teñidos como para la producción de cueros sin teñir.

Fase Crítica: RIBERA

Recomendación: Minimizar el consumo de agua en la fase crítica.

Categoría de Datos: Materias Auxiliares Sólidas (Detergentes, Ácido Fórmico, Cloruro de Sodio, Ácido Sulfúrico, Bicarbonato, Aserrín).

Conclusión: Considerando la totalidad de las materias auxiliares sólidas puede observarse un mayor consumo de las mismas en la fase de ribera tanto para la producción de cueros teñidos como para la producción de cueros sin teñir. En relación al consumo de tensioactivos o detergentes, solo se observa consumo del mismo en la etapa de ribera. Con respecto a este insumo cabe destacar los altos valores de DQO y de toxicidad que generan en los efluentes. Considerando el consumo de ácidos, que se observa en un 100% en la fase de ribera, su importancia reside en la disminución del pH que se generará en los efluentes de este sector afectando al cuerpo de agua receptor. Este efecto se ve acentuado debido a la separación de esta corriente de efluentes líquidos de la corriente proveniente del sector de curtido que tiene un pH más elevado.

Fase Crítica: RIBERA

Recomendación: Minimizar el consumo de materias auxiliares sólidas en la fase crítica.

Categoría de Datos: Materia Prima (Aceite, Sales de Cromo, Pigmentos)

Conclusión: El mayor consumo de materia prima se observa en la fase de curtido tanto para la producción de cueros teñidos como en la producción de cueros sin teñir.

Fase Crítica: Curtido

Propuesta: Minimizar el consumo de materia prima en la fase crítica.

Categoría de Datos: Residuos Sólidos

Conclusión: La generación de residuos sólidos se da en su mayoría en las fases de ribera y de teñido y acabado, para la producción de ambos tipos de cueros (teñidos y sin teñir). Todos estos residuos son recolectados por el C.E.A.M.S.E. generando residuos de materiales que podrían ser revalorizados.

Fase Crítica: RIBERA, TEÑIDO Y ACABADO

Propuesta: Revalorizar los residuos sólidos de las fases críticas.

Categoría de Datos: Emisiones Gaseosas.

Conclusiones: Los vapores de solvente se observan en la fase de teñido y acabado.

Fase Crítica: TEÑIDO Y ACABADO

Propuesta: Diseño de sistema de captación y tratamiento de estos vapores.

Categoría de Datos: Efluentes Líquidos del sector de Curtido

Conclusiones: Los efluentes líquidos provenientes de este sector tienen un alto contenido de cromo trivalente en solución. Este líquido es retirado por una empresa para recuperarlo.

Fase Crítica: CURTIDO

Propuesta: Readquirir las sales de cromo que la empresa recupera en una primera etapa para disminuir los costos y la contaminación potencial y en una segunda etapa diseñar un sistema de recuperación y reciclaje del curtiente dentro de la misma planta industrial.

Categoría de Datos: Efluentes líquidos eliminados al medio ambiente

Conclusiones: Esta corriente de efluentes líquidos proviene de las fases de ribera y teñido y acabado, los cuales se mezclan y son enviados hacia un cuerpo de agua receptor. Se observa un alto contenido de cromo trivalente en este efluente una elevada DQO.

Fase Crítica: RIBERA, TEÑIDO Y ACABADO

Propuesta: Mejorar el sistema de barrera del sector de curtido para evitar la presencia de cromo trivalente en el efluente hacia el cuerpo de agua receptor y aprovechar la planta de tratamiento existente ajustando sus dimensiones de ser necesario para disminuir los sólidos suspendidos y la DQO del efluente final. Sería conveniente realizar un análisis económico para decidir la conveniencia del diseño de una nueva planta de tratamiento.

3.3.7 Revisión Crítica

El coordinador del Subcomité de Análisis del Ciclo de Vida del Comité de Gestión Ambiental de IRAM ha verificado la adecuada aplicación de la serie de las normas IRAM-ISO 14040 al caso puntual estudiado referente al proceso industrial de producción de cueros curtidos sin teñir y teñidos.

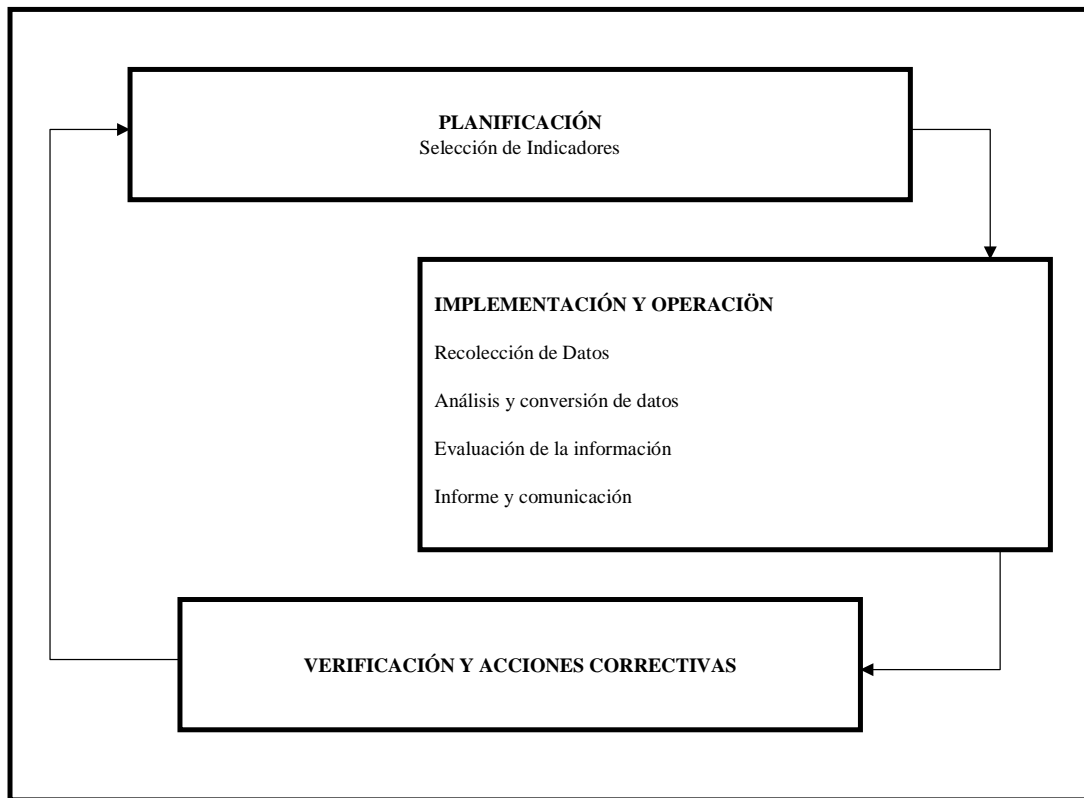
Ing. Alejandro Farina

4 DESEMPEÑO AMBIENTAL

4.1 Normas que especifican los requisitos metodológicos

- IRAM-ISO 14031: Gestión Ambiental – Evaluación del desempeño ambiental – Directivas.

4.2 Fases de la Evaluación de Desempeño Ambiental



4.2.1 Planificación

La fase de planificación consiste en la selección de indicadores, basados en aspectos ambientales significativos que la industria pueda controlar y sobre los cuales se espera tener influencia.

Los aspectos ambientales significativos surgen para este caso particular en estudio del análisis del ciclo de vida simplificado realizado sobre la curtiembre en estudio.

4.2.1.1 Indicadores de desempeño Ambiental

Un indicador de desempeño ambiental (IDA) es una expresión específica que provee información sobre el desempeño ambiental de una organización.

Los IDA fueron seleccionados considerando los datos aportados por el inventario del ciclo de vida y las conclusiones y recomendaciones surgidas del análisis del ciclo de vida.

- Indicadores de desempeño operativo: Aquél IDA que proporciona información sobre el desempeño ambiental de las operaciones de una organización.

MATERIA PRIMA	Aceite Consumido / cuero
	Sales de Cr Consumidas / cuero
	Pigmentos consumidos / cuero
	% Sales de Cr recicladas utilizadas en la planta/mes
	Lanolina (grasas) recuperada / cuero

MATERIAS AUXILIARES	agua consumido en el sector de ribera / cuero
	agua consumido en el sector de curtido / cuero
	agua consumido en el sector de teñido y acabado/cuero
	l agua consumido / cuero teñidos
	l agua consumido /cuero sin teñir
	Detergentes consumido / cuero
	Ácido Fórmico consumido / cuero
	Sal Industrial consumida / cuero
	Ácido Sulfúrico consumido / cuero
	Bicarbonato consumido / cuero
	Solventes Consumidos / cuero
	m3 gas consumido / mes
	m3 gas consumido / cuero

ENERGÍA	kw consumidos / mes
	kw consumidos / cuero
	kw consumidos / año

INSTALACIONES FÍSICAS Y EQUIPOS	superficie total del terreno utilizada para producción
	Distancia recorrida por un producto dentro de la planta durante todo el proceso productivo

PRODUCTO	Cantidad de cromo lixiviado en solución de sudor/unidad de superficie de cuero
----------	--

RESIDUOS SÓLIDOS	residuos / cuero
	residuos reusados / cuero
	residuos con contenido de cromo / cuero

EFLUENTES LÍQUIDOS	l efluente total / cuero
	DQO al medio / cuero
	Cr total al medio / cuero
	Fe total al medio / cuero
	Pb total al medio / cuero
	Cu total al medio / cuero
	Mn total al medio / cuero
	Zn total al medio / cuero
	Ni total al medio / cuero
	Cd total al medio / cuero
	l efluente tratado fuera de la planta / cuero
	l efluente tratado en planta / cuero
	% Cr eliminado del efluente final
	l efluente tratados en la planta / cuero

- Indicadores de desempeño de gestión: Aquél IDA que proporciona información sobre el esfuerzo de la dirección para influir en el desempeño ambiental de una organización.

Para la determinación de este tipo de indicadores se realizaron entrevistas posteriores con el dueño de la curtiembre con el fin de completar la información relacionada con la gestión de la dirección.

IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS Y PROGRAMAS	número de empleados que participan en programas ambientales/mes
	número de sugerencias de los empleados sobre el mejoramiento ambiental/mes

CONFORMIDAD	grado de cumplimiento de la reglamentación de efluentes líquidos
	grado de cumplimiento de la reglamentación de higiene y seguridad en el trabajo

DESEMPEÑO FINANCIERO	ahorros logrados por la prevención de la contaminación/año
	ahorros logrados por reducción en el uso de recursos/año
	ahorros logrados por el consumo de insumos reciclados dentro o fuera de la planta/año
	ahorros por la venta de residuos sólidos como subproductos/año

4.2.1.2 Indicadores de condición ambiental

Un indicador de condición ambiental (ICA), es una expresión específica que provee información sobre la condición ambiental local, regional, nacional o global.

El desarrollo y la aplicación de los indicadores de la condición ambiental es frecuentemente una función realizada por agencias gubernamentales locales, nacionales o internacionales, organizaciones no gubernamentales y por instituciones científicas y de investigación más que por una organización individual. Usualmente se recolectan datos e información sobre:

- las propiedades y la calidad de las mayores masas de agua;
- la calidad del aire regional;
- las especies en peligro;
- las cantidades o la calidad de los recursos;
- la concentración de contaminantes en los tejidos de organismos vivos;
- y muchos otros parámetros.

Considerando la escala local del estudio sobre la curtiembre no se encontraron datos e información sobre la condición ambiental de la localidad en estudio. Por esta razón no se podrán desarrollar indicadores de la condición ambiental relacionados con los siguientes puntos:

- Suelo;
- Flora;
- Agua;

- Aire;
- Fauna.

Sin embargo pudieron recolectarse datos estadísticos sobre la condición de las poblaciones humanas en el área local, tomados del I.N.D.E.C.

SERES HUMANOS	% de locales del sector comercial
	% de locales del sector industrial
	% de locales del sector servicios
	Crecimiento demográfico
	disponibilidad de agua de red pública (%)
	disponibilidad de agua de pozo (%)
	disponibilidad de agua de lluvia (%)
	disponibilidad de agua por bomba manual (%)
	disponibilidad de agua por tanque cisterna (%)
	disponibilidad de agua por bomba a motor (%)
	disponibilidad de agua de río o canal (%)
	disponibilidad de agua de procedencia desconocida (%)

4.2.2 Implementación y Operación

4.2.2.1 Recolección de datos

Se considerarán los datos recolectados para el inventario del ciclo de vida y para aquellos indicadores para los cuales sea necesario información adicional se detallará la metodología utilizada para la recolección y determinación de los mismos.

Indicador de desempeño ambiental operacional para el producto

Para la determinación de la cantidad de cromo lixiviado de distintas muestras de cuero al dejarlas 48 hs. en remojo en soluciones de sudor artificial se prepararán las siguientes soluciones:

- Solución Ácida

0.5 g / l clorhidrato de L – histidina monohidratado

5 g / l cloruro de sodio

5 g / l hidrógeno fosfato de disodio dodecahidratado o 2.5 g / l hidrógeno fosfato de disodio dihidratado

Llevar a pH 8.0 con solución de hidróxido de sodio 0.1 N

- Solución Básica

0.5 g / l clorhidrato de L – histidina monohidratado

5 g / l cloruro de sodio

2.2 g / l dihidrógeno fosfato de sodio dihidratado

Llevar a pH 5.5 con solución de hidróxido de sodio 0.1 N

A cada muestra se le agregan 50 ml de la solución de sudor.

Es importante considerar que el sudor puede tener características ácidas o básicas dependiendo del estado de ánimo de la persona.

Ver determinaciones analíticas en el Anexo

4.2.2.2 Análisis y conversión de datos

Los datos recolectados son analizados y convertidos en información para expresar los indicadores seleccionados en la etapa de planificación.

MATERIA PRIMA	Aceite Consumido / cuero	186.8 g
	Sales de Cr Consumidas / cuero	232 g
	Pigmentos consumidos / cuero	0.934 g
	% Sales de Cr recicladas utilizadas en la planta/mes	0 g
	Lanolina (grasas) recuperada / cuero	0 g

MATERIAS AUXILIARES	agua consumido en el sector de ribera / cuero	233 l
	agua consumido en el sector de curtido / cuero	47 l
	agua consumido en el sector de teñido y acabado por cuero	47 l
	l agua consumido / cuero teñidos	327 l
	l agua consumido /cuero sin teñir	280 l
	Detergentes consumido / cuero	187 g
	Ácido Fórmico consumido / cuero	140 g
	Sal Industrial consumida / cuero	2800
	Ácido Sulfúrico consumido / cuero	46.8
	Bicarbonato consumido / cuero	46.8
	Solventes Consumidos / cuero	0.02 l
	m3 gas consumido / mes	3600 m3
	m3 gas consumido / cuero	0.36 m3

ENERGÍA	kw consumidos / mes	1764 kw
	kw consumidos / cuero	176.4 w
	kw consumidos / año	21168 kw

INSTALACIONES FÍSICAS Y EQUIPOS	superficie cubierta utilizada para producción	926 m2
	Distancia recorrida por un producto dentro de la planta durante todo el proceso productivo	183 m

PRODUCTO	Cantidad de cromo lixiviado en solución de sudor básico/kg de cuero	88.6 mg
	Cantidad de cromo lixiviado en solución de sudor ácido/kg de cuero	299 mg

RESIDUOS SÓLIDOS	residuos / cuero	0.82 kg
	residuos reusados / cuero	0 kg
	residuos con contenido de cromo / cuero	0.81 Kg

EFLUENTES LÍQUIDOS	l efluente total / cuero	327 l
	DQO al medio / cuero	4856 ppm
	Cr total al medio / cuero	4,35 ppm
	Fe total al medio / cuero	1.1 ppm
	l efluente tratado fuera de la planta / cuero	46.7 l
	l efluente tratado en planta / cuero	0 l
	% Cr eliminado del efluente final debido a la delimitación del sector de curtido	98,78%
	l efluente tratados en la planta / cuero	0 l

IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS Y PROGRAMAS	número de empleados que participan en programas ambientales/mes	0
	número de sugerencias de los empleados sobre el mejoramiento ambiental/mes	0

CONFORMIDAD	grado de cumplimiento de la reglamentación de efluentes líquidos	0%
	grado de cumplimiento de la reglamentación de higiene y seguridad en el trabajo	0%

DESEMPEÑO FINANCIERO	ahorros logrados por la prevención de la contaminación/año	0\$
	ahorros logrados por reducción en el uso de recursos/año	0\$
	ahorros logrados por el consumo de insumos reciclados dentro o fuera de la planta/año	0\$
	ahorros por la venta de residuos sólidos como subproductos/año	0\$

SERES HUMANOS	% de locales del sector comercial	56.40%
	% de locales del sector industrial	16.60%
	% de locales del sector servicios	27%
	Crecimiento demográfico	986 personas / año
	disponibilidad de agua de red pública (%)	97%
	disponibilidad de agua de pozo (%)	0.06%
	disponibilidad de agua de lluvia (%)	0.02%
	disponibilidad de agua por bomba manual (%)	0.05%
	disponibilidad de agua por tanque cisterna (%)	0.20%
	disponibilidad de agua por bomba a motor (%)	0.46%
	disponibilidad de agua de río o canal (%)	0.01%
	disponibilidad de agua de procedencia desconocida (%)	2.20%

4.2.2.3 Evaluación de la Información

La evaluación consiste en la comparación de los valores de los indicadores seleccionados con los criterios de desempeño ambiental de la empresa. En el caso en estudio la utilización de esta herramienta de gestión ambiental tiene como objetivo generar criterios de desempeño ambiental en los cuales basarse en estudios futuros.

La etapa de evaluación se realizará en estudios posteriores.

4.2.2.4 Informe y comunicación

El informe y la comunicación de los resultados de los indicadores se realizará a nivel interno para generar políticas y metas ambientales y adoptar criterios de desempeño ambiental.

4.2.3 Verificación y acciones correctivas y revisión por la dirección

Debido a que la evaluación del desempeño ambiental es un proceso continuo que surge en la definición de criterios ambientales a seguir por la dirección de la organización, en esta primer etapa del estudio solo se definirán los criterios. Más adelante la dirección podrá repetir el estudio y observar y evaluar su desempeño ambiental en relación al criterio definido por los indicadores seleccionados.

5 CONCLUSIÓN

5.1 Evaluación del Desempeño Ambiental

Se propone al dueño de la curtiembre la realización de la evaluación del desempeño ambiental de la industria considerando los criterios de desempeño desarrollados con la selección de indicadores.

A medida que avancen los estudios relacionados con el impacto ambiental de la curtiembre sería conveniente el desarrollo de nuevos indicadores.

Se considera de gran importancia el desarrollo de un indicador de condición ambiental relacionado con la calidad de agua del canal Sarandi para luego poder evaluar el desempeño ambiental de la curtiembre en relación a su afectación a este cuerpo de agua. La importancia de este indicador reside en el riesgo para la salud de la población del municipio de avellaneda que en un pequeño porcentaje utilizan este y otros canales como fuente de agua para consumo.

5.2 Análisis del Ciclo de Vida

En relación con el análisis del ciclo de vida como una herramienta de gestión ambiental, se aconseja expandir los límites del mismo hacia clientes y proveedores. Esto permitirá mejorar el desempeño ambiental de la curtiembre en relación con sus clientes y proveedores pudiendo generar un ecoetiquetado del producto final. El ecoetiquetado puede considerarse como una estrategia de marketing adecuada para la exportación.

5.3 Otras Herramientas de Gestión Ambiental

Se aconseja desarrollar e implementar un Sistema de Gestión Ambiental. Se considera que la información recolectada y analizada en este estudio puede servir de base para comenzar con el desarrollo del SGA.

Una vez implementado puede ser certificado y adoptarlo como una nueva estrategia de marketing para ampliar el mercado de inserción de la industria, ubicando en el mismo una producción equivalente a la capacidad de planta máxima.

6 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- 'Tecnología del Cuero' . Adzet Adzet. Volúmen 4
- 'Metodos Normalizados para el Análisis de aguas Potables y Residuales'. Franson Maryann
- 'Manual de Prevención de la Contaminación'. Harry M. Freeman

7 SITIOS DE INTERNET CONSULTADOS

- Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. www.gba.gov.ar
- Instituto Federal de Asuntos Municipales. www.municipios.gov.ar
- CEPIS.Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
www.cepis.ops-oms.org
- Aguas Argentinas. www.aguasargentinas.com.ar

8 ANEXO

8.1 Determinaciones Analíticas

	Muestra	Descripción
Efluentes	A	Efluente final (1° muestra)
	B´	Efluente del sector de curtido diluido (1° muestra)
	B´´	Efluente del sector de curtido diluido (1° muestra)
	C	Efluente del sector de teñido (1° muestra)
	A.1	Efluente final (2° muestra)
	B.1´	Efluente del sector de curtido diluido (2° muestra)
Sólidos	I	Sales de Cromo
	II	Pigmento
	III	Cuero Blanco
	IV	Cuero Naranja
Lixiviación en soluciones de sudor artificiales	CBb	Cuero blanco en solución de sudor básica
	CBb´	Cuero blanco en solución de sudor básica (duplicado)
	CNb	Cuero negro en solución de sudor básica
	CNb´	Cuero negro en solución de sudor básica (duplicado)
	CMb	Cuero marrón en solución de sudor básica
	CMb´	Cuero marrón en solución de sudor básica (duplicado)
	CBa	Cuero blanco en solución de sudor ácida
	CBa´	Cuero blanco en solución de sudor ácida (duplicado)
	CNa	Cuero blanco en solución de sudor ácida
	CNa´	Cuero blanco en solución de sudor ácida (duplicado)
	CMa	Cuero blanco en solución de sudor ácida
	CMa´	Cuero blanco en solución de sudor ácida (duplicado)

B´: Dilución de la muestra B 1ml B + 24 ml H₂O destilada

B´´: Dilución de la muestra B 5ml B + 45 ml H₂O destilada

B.1´ Dilución de la muestra B.1 1 ml B.1 + 49 ml H₂O destilada

I Se diluyeron 103.5 mg de sal en 20 ml de ácido nítrico y luego se llevó a 1l con agua destilada

II El pigmento se digirió para determinar metales

III El cuero blanco se digirió para determinar el contenido de metales

IV El cuero naranja se digirió para determinar el contenido de metales

Los cueros para determinar los metales lixiviados se introdujeron durante 48 hs. en 50 ml de las soluciones de sudor.

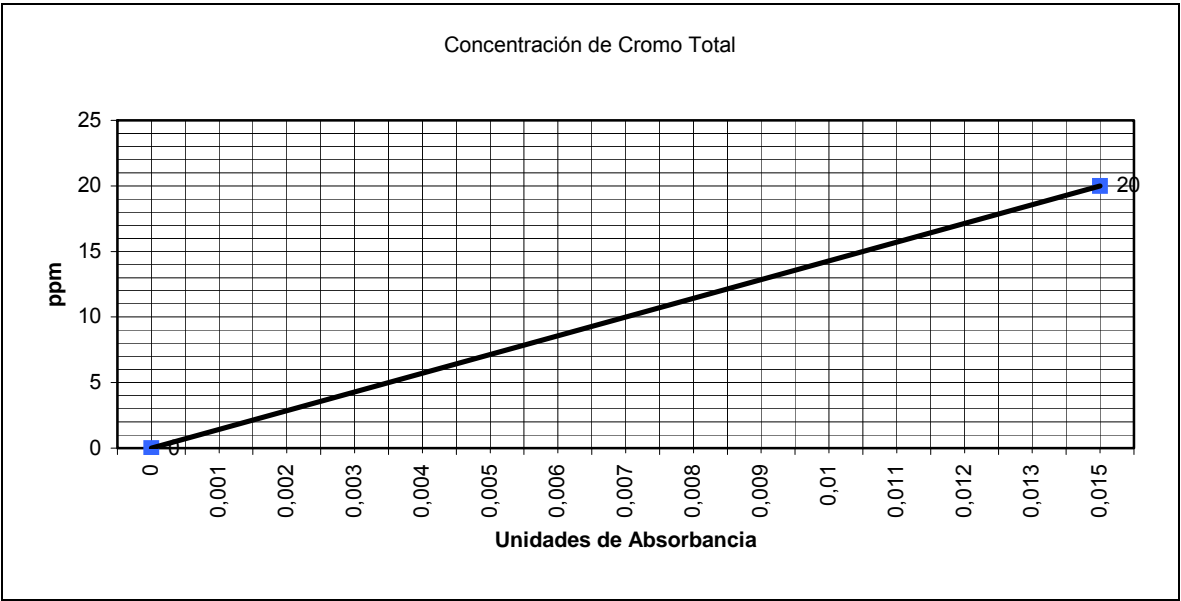
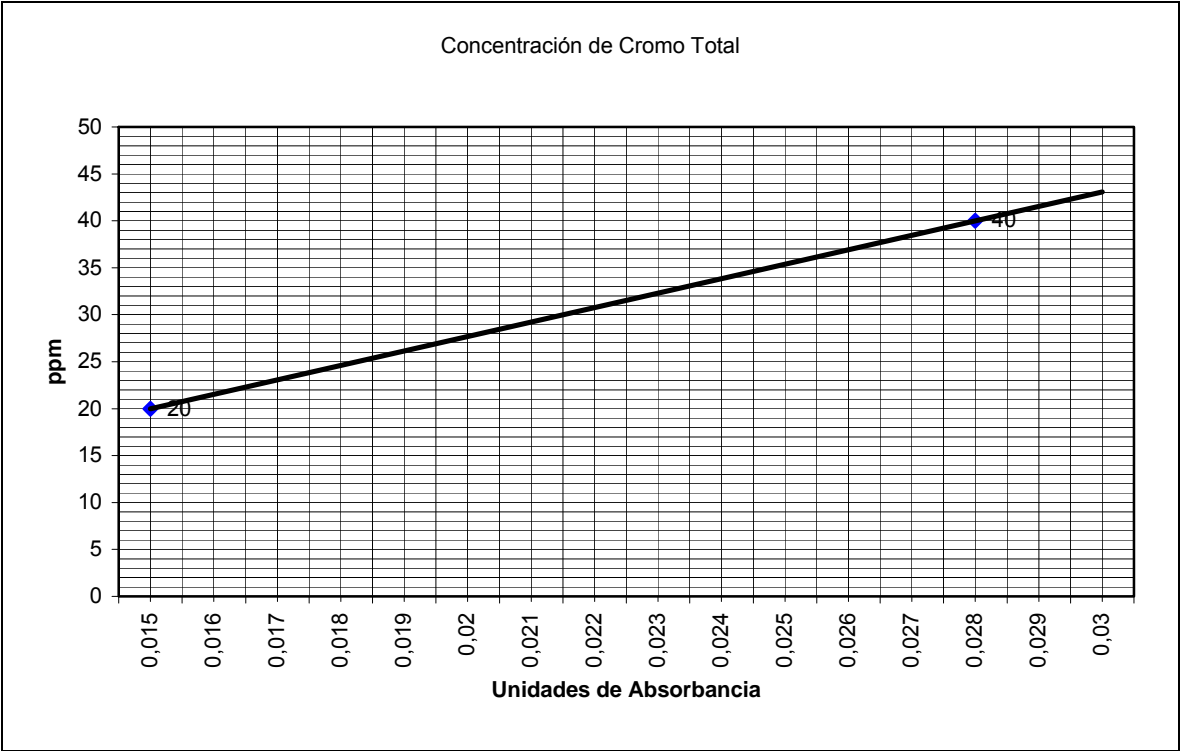
1. Determinación de Cromo total

	Muestra	Unidades de Absorbancia
Efluentes	A	0.003
	B'	0.018
	B''	0.035
	C	0.01
	A.1	0.017
	B.1'	0.151
Sólidos	I	0.084
	II	0.012
	III	0.183
	IV	0.152
Lixiviación en soluciones de sudor artificiales	CBb	0.012
	CBb'	0.015
	CNb	No detectable
	CNb'	No detectable
	CMb	0.013
	CMb'	0.012
	CBa	0.044
	CBa'	0.025
	CNa	No detectable
	CNa'	No detectable
	CMa	0.061
	CMa'	0.054

Es importante observar que no se detectó cromo lixiviado en la muestra de cuero naranja. Esto puede deberse a que poco usualmente en la curtiembre se curten cueros utilizando aldehídos como sustancia curtiente en lugar de utilizar sales de cromo. Este tipo de curtición no se consideró en el estudio debido a lo inusual de su utilización la industria.

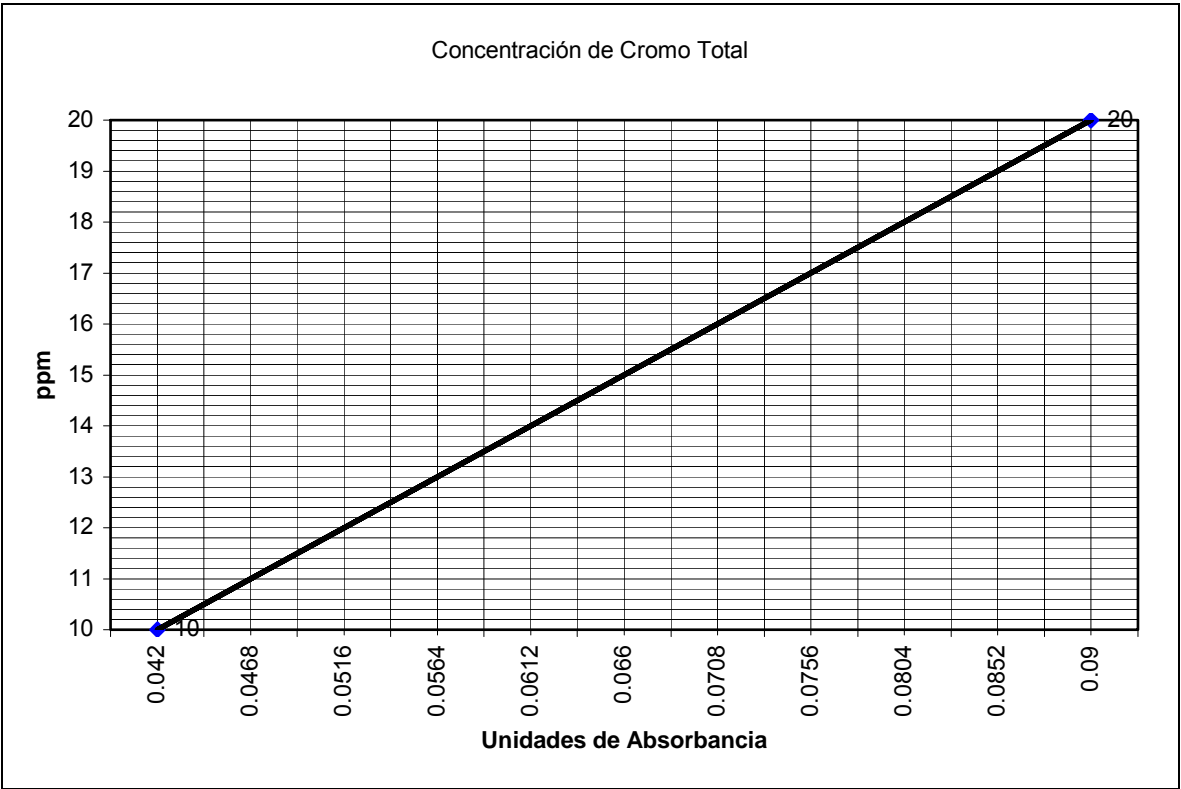
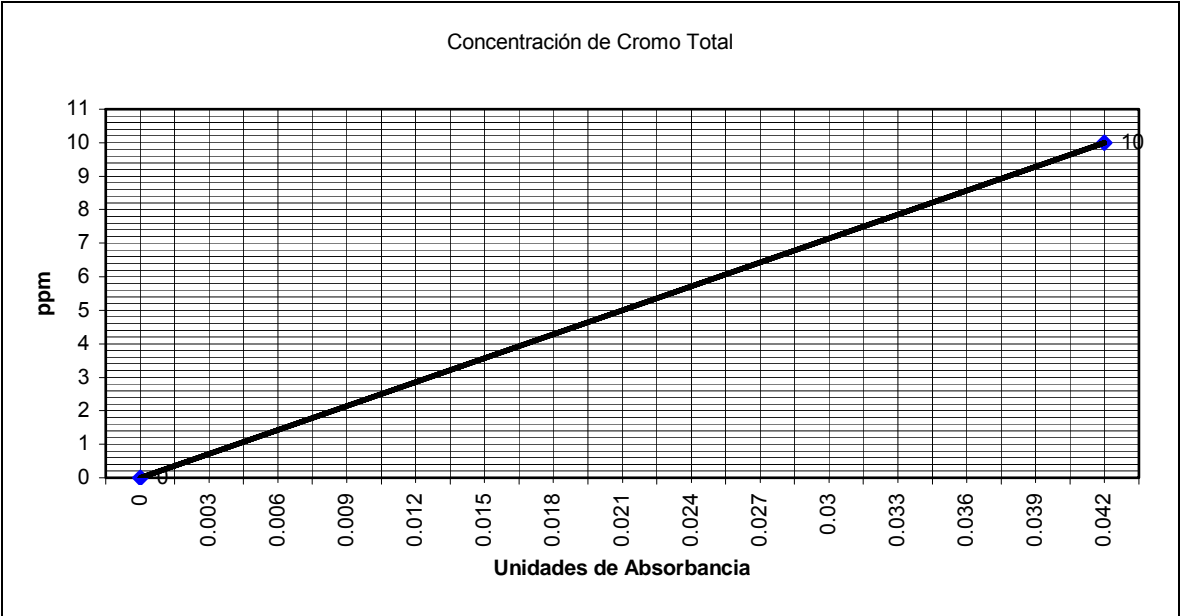
Curva de calibración para las 1° muestras

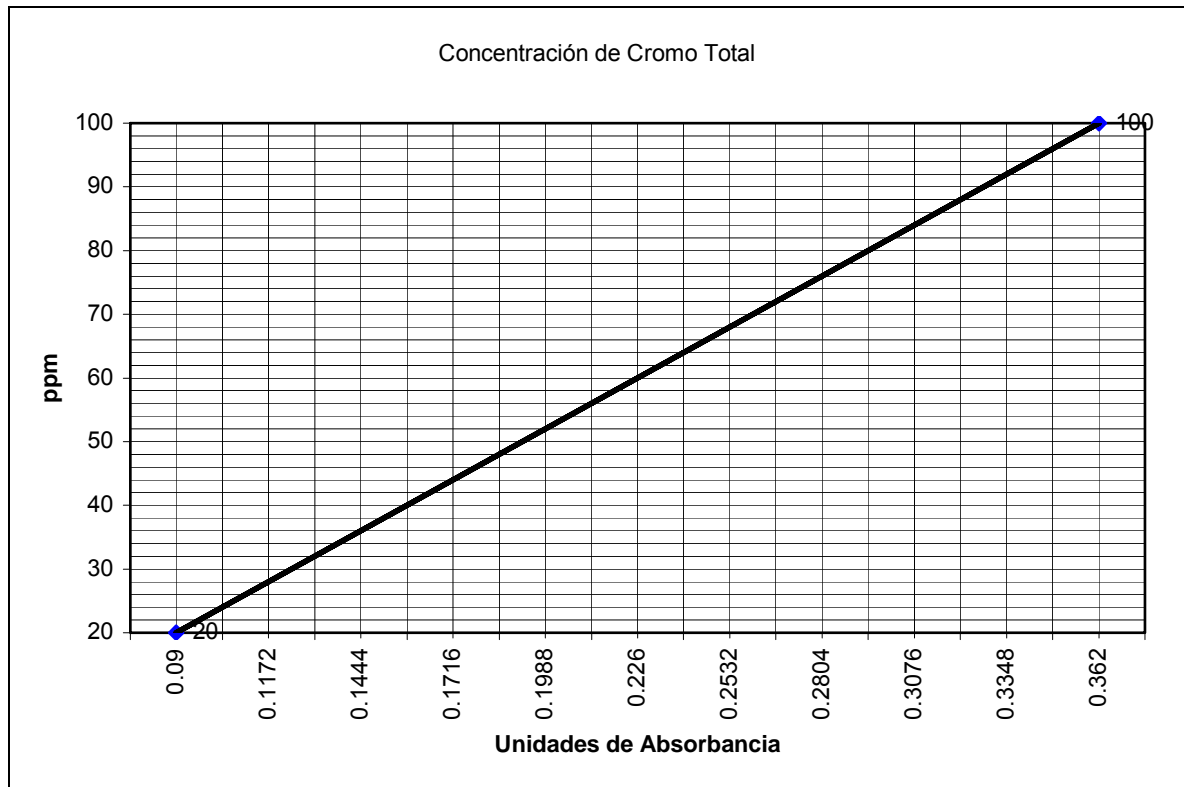
Concentración de muestra patrón	Unidades de Absorbancia
20 ppm	0.015
40 ppm	0.028



Curva de calibración para las 2° muestras

Concentración de muestra patrón	Unidades de Absorbancia
10 ppm	0.042
20 ppm	0.09
100 ppm	0.362





Muestra	Cromo Total (ppm)
A	4.5
B	625
C	14.5
A.1	4.2
B.1	1900
I	19
II	3
III	48
IV	39
CBb	3
CBb'	3.6
CNb	No detectable
CNb'	No detectable
CMb	3.2
CMb'	3
CBa	10.5
CBa'	6
CNa	No detectable
CNa'	No detectable
CMa	14
CMa'	12.5

$\text{ppm Cr en B} = \text{ppm Cr B'} \times 25$

$\text{ppm Cr en B.1} = \text{ppm Cr B.1'} \times 50$

$I. 19 \text{ mg Cr} / IX 1l / 103 \text{ mg Sal de Cr} = 19 \text{ mg Cr} / 103 \text{ mg Sal de Cr} = 0.18 \text{ mg Cr} / \text{mg Sal}$

II .30 mg Cr / 1000 ml X 100 ml / 0.5g pigmento = 6 mg Cr / g pigmento

III . 48 mg Cr / 1000 ml X 100 ml / 2.736 g cuero blanco = 1.8 mg Cr / g cuero blanco

IV . 39 mg Cr / 1000 ml X 100 ml / 2.6291 g cuero naranja = 1.5 mg Cr / g cuero naranja

CBb . 3 mg Cr / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 1.9 g cuero blanco = 79 mg Cr / kg cuero

CBb' . 3.6 mg Cr / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 2.2 g cuero blanco = 81.8 mg Cr / kg cuero

CMb . 3.2 mg Cr / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 1.6 g cuero blanco = 100 mg Cr / kg cuero

CMb' . 3mg Cr / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 1.6 g cuero blanco = 93.75 mg Cr / kg cuero

Lixiviación de cromo promedio para un cuero de oveja en solución de sudor básico:

88.6 mg Cr / kg cuero

CBa . 10.5mg Cr / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 2.5 g cuero blanco = 210 mg Cr / kg cuero

CBa' . 6 mg Cr / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 2 g cuero blanco = 150 mg Cr / kg cuero

CMa . 14 mg Cr / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 1.5 g cuero blanco = 467 mg Cr / kg cuero

CMa' . 12.5mg Cr / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 1.7 g cuero blanco = 367.7 mg Cr / kg cuero

Lixiviación de cromo promedio para un cuero de oveja en solución de sudor ácido:

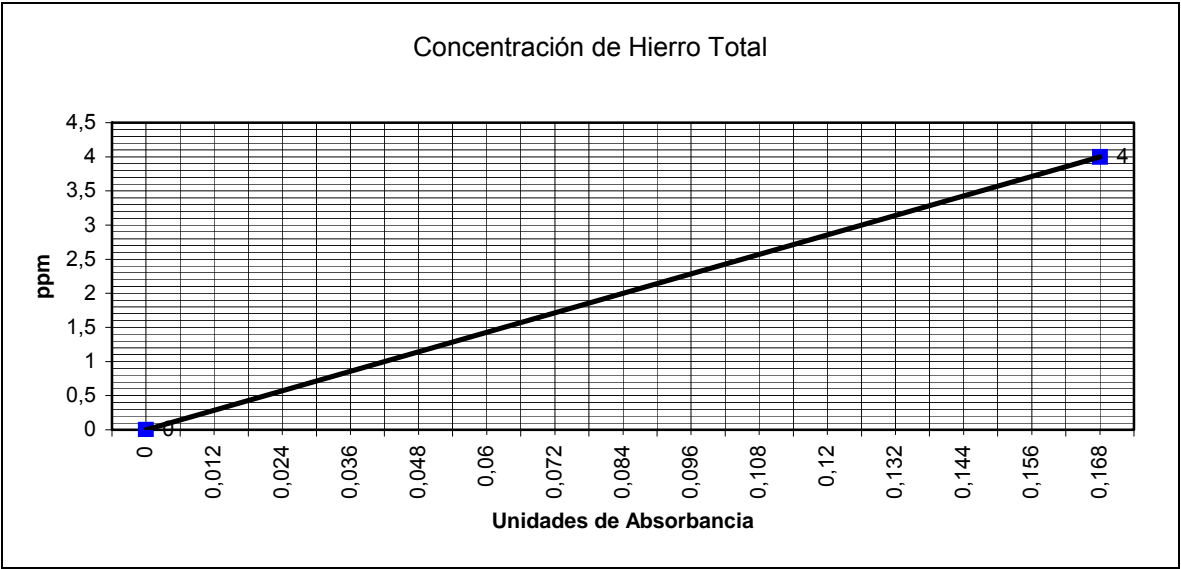
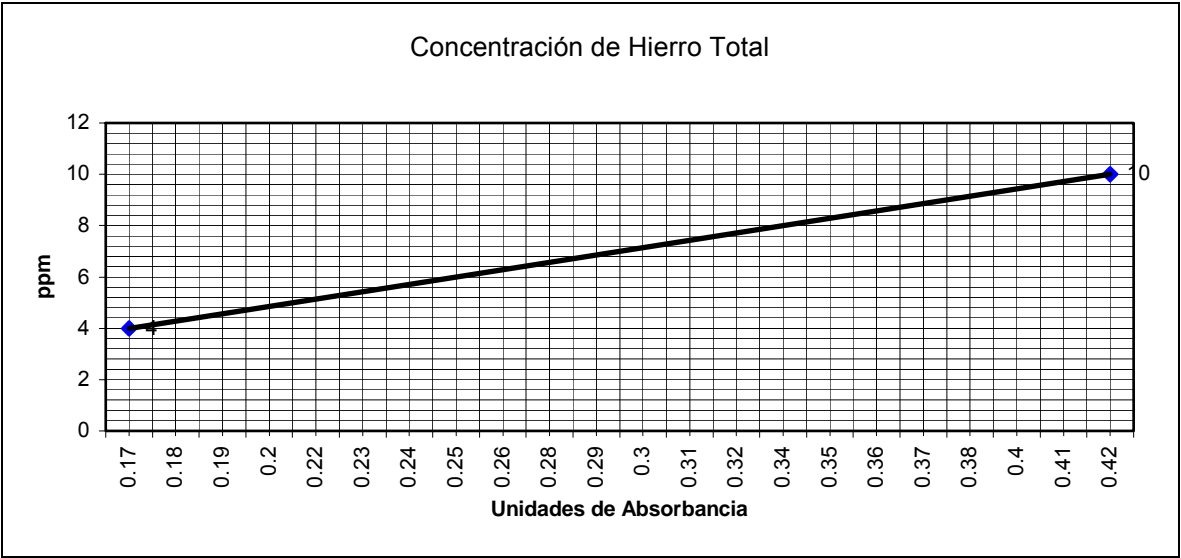
299 mg Cr / kg cuero

2. Determinación de Hierro Total

Muestra	Unidades de Absorbancia
A	0.044
B	0.1
C	0.215
A.1	No se determinó
B.1	No se determinó
I	No se determinó
II	No se determinó
III	No se determinó
IV	No se determinó
CBb	No se determinó
CBb'	No se determinó
CNb	No se determinó
CNb'	No se determinó
CMb	No se determinó
CMb'	No se determinó
CBa	No se determinó
CBa'	No se determinó
CNa	No se determinó
CNa'	No se determinó
CMa	No se determinó
CMa'	No se determinó

Curva de calibración

Concentración de muestra patrón	Unidades de Absorbancia
4 ppm	0.168
10 ppm	0.420



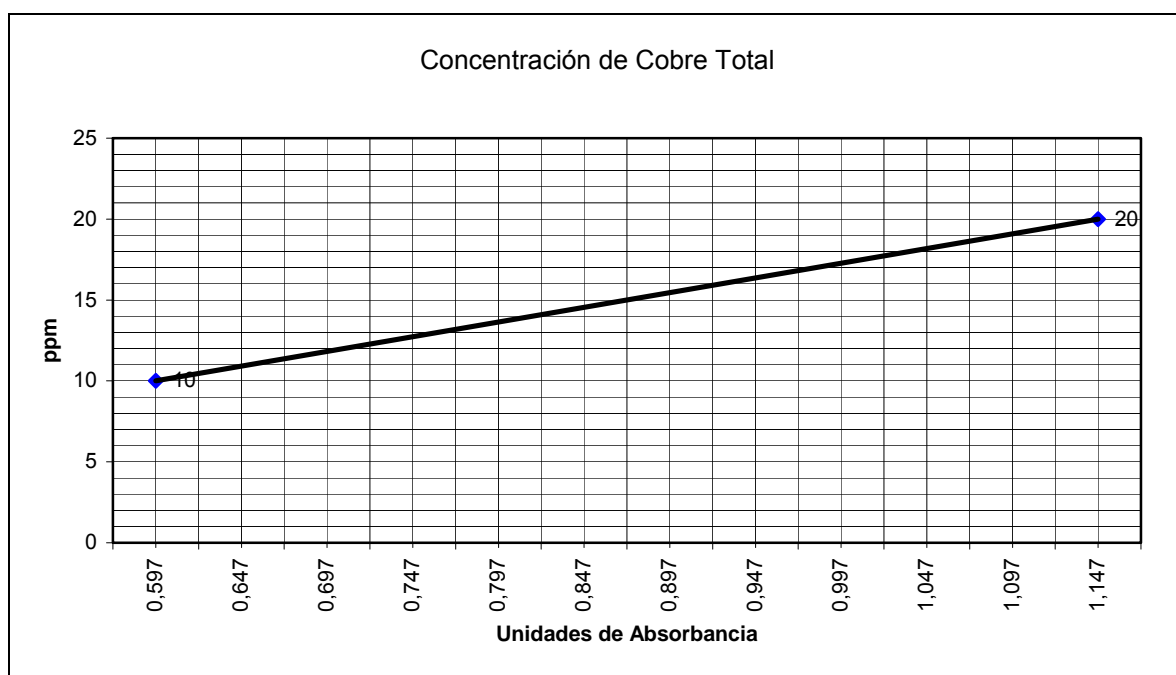
Muestra	Hierro Total (ppm)
A	1.1
B	2.5
C	5.17

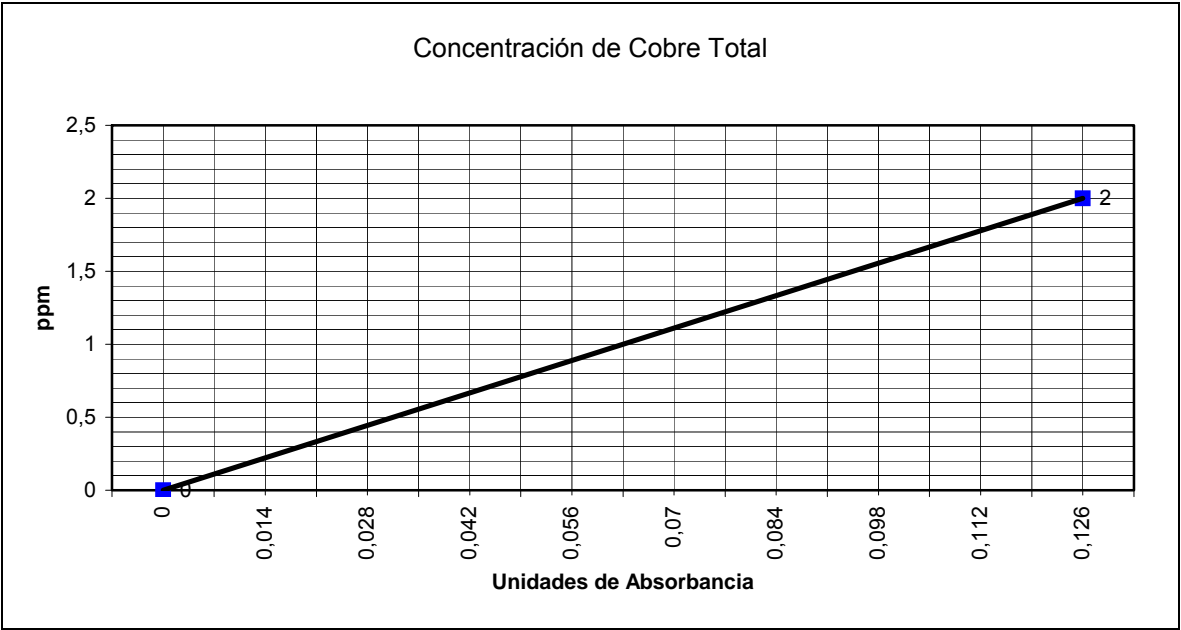
3. Determinación de Cobre Total

Muestra	Unidades de Absorbancia
A	No detectable
B	0.004
C	0.697
A.1	No detectable
B.1	No detectable
I	No detectable
II	No detectable
III	No detectable
IV	No detectable
CBb	No detectable
CBb'	No detectable
CNb	0.02
CNb'	0.02
CMb	0.005
CMb'	0.005
CBa	0.005
CBa'	0.005
CNa	0.005
CNa'	0.005
CMa	0.005
CMa'	0.01

Curva de calibración para 1° determinaciones

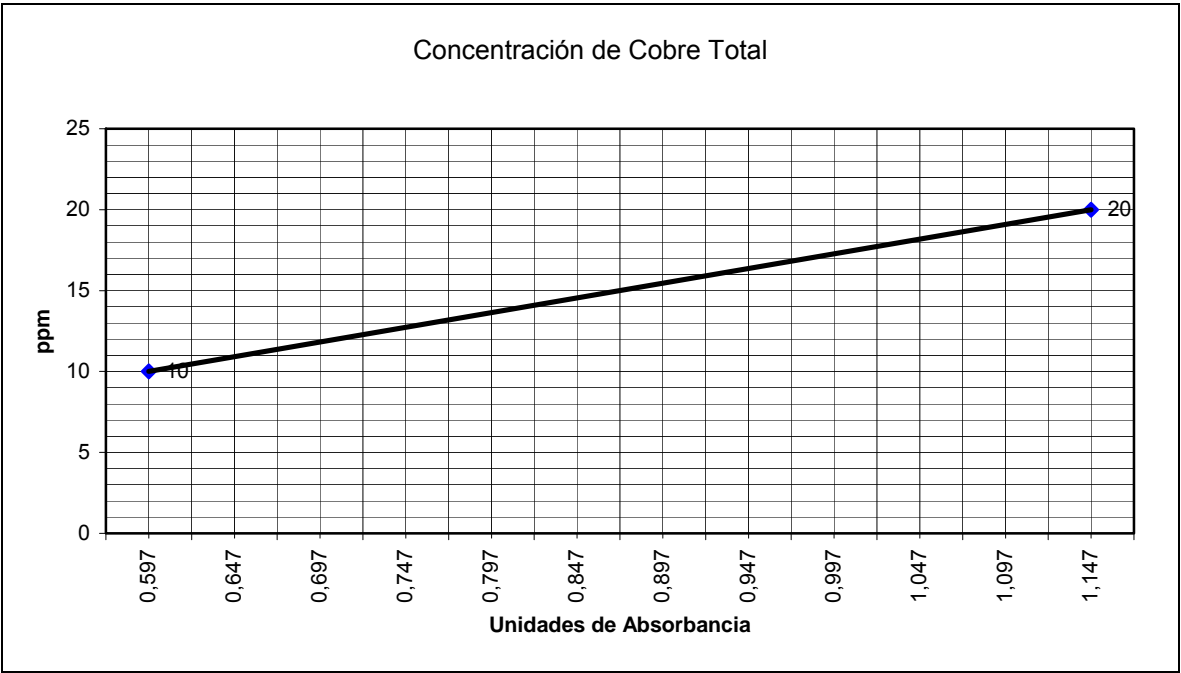
Concentración de muestra patrón	Unidades de Absorbancia
2 ppm	0.126
4ppm	0.226
10 ppm	0.597
20 ppm	1.147

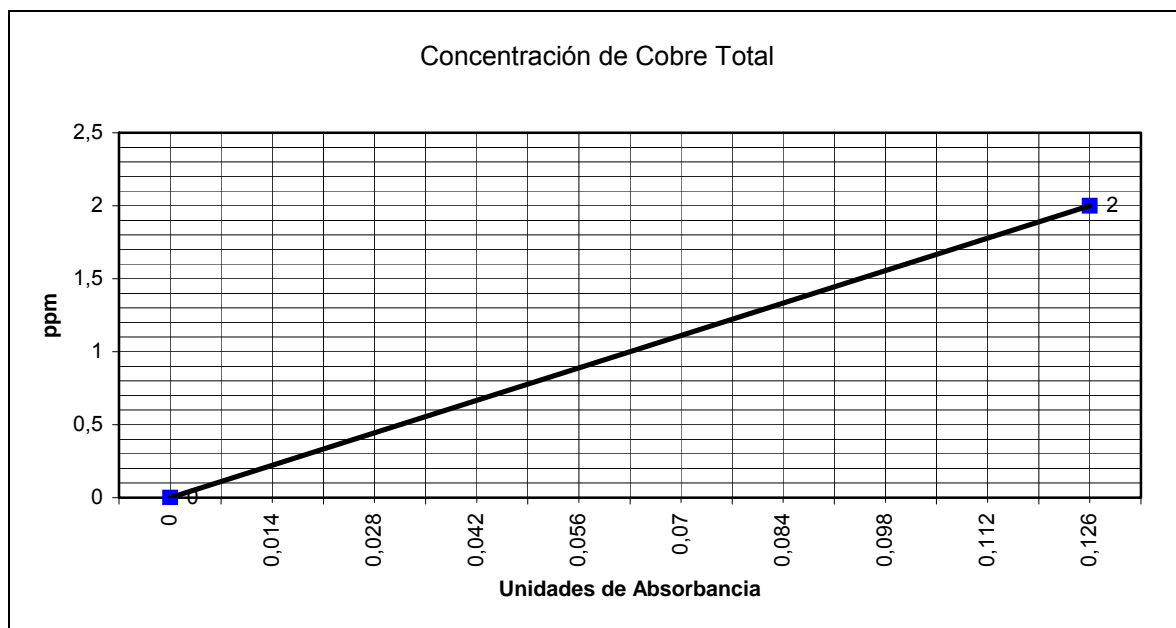




Curva de calibración para 2° determinaciones

Concentración de muestra patrón	Unidades de Absorbancia
2 ppm	0.126
4ppm	0.226
10 ppm	0.597
20 ppm	1.147





Muestra	Cobre Total (ppm)
A	No detectable
B	0.06
C	12
A.1	No detectable
B.1	No detectable
I	No detectable
II	No detectable
III	No detectable
IV	No detectable
CBb	No detectable
CBb'	No detectable
CNb	0.4
CNb'	0.4
CMb	0.06
CMb'	0.06
CBa	0.06
CBa'	0.06
CNa	0.06
CNa'	0.06
CMa	0.06
CMa'	0.2

CNb . 0.4 mg Cu / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 2.3 g cuero blanco = 8.7 mg Cu / kg cuero

CNb' . 0.4 mg Cu / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 2.7 g cuero blanco = 7.4 mg Cu / kg cuero

CMb . 0.06 mg Cu / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 1.6 g cuero blanco = 1.9 mg Cu / kg cuero

CMB' . 0.06 mg Cu / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 1.6 g cuero blanco = 1.9 mg Cu / kg cuero

Lixiviación de cobre promedio para un cuero de oveja en solución de sudor básico:

5 mg Cu / kg cuero

CBa . 0.06 mg Cu / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 2.5 g cuero blanco = 1.2 mg Cu / kg cuero

CBa' . 0.06 mg Cu / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 2 g cuero blanco = 1.5 mg Cu / kg cuero

CNa' . 0.06 mg Cu / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 2.6 g cuero blanco = 1.15 mg Cu / kg cuero

CNa' . 0.06 mg Cu / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 3.6 g cuero blanco = 0.83 mg Cu / kg cuero

CMa . 0.06 mg Cu / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 1.5 g cuero blanco = 2 mg Cu / kg cuero

CMa' . 0.2 mg Cu / 1000 ml X 50 ml sn sudor básica / 1.7 g cuero blanco = 5.9 mg Cu / kg cuero

Lixiviación de cobre promedio para un cuero de oveja en solución de sudor ácido:

2 mg Cu / kg cuero

4. Determinación de Manganeso

No se detectó presencia de manganeso en ninguna de las muestras analizadas.

5. Determinación de DQO

El análisis se realizó por duplicado para cada muestra.

$$(A - B) \times N_{\text{titulante}} \times 8000 / C$$

A: Volumen de titulante utilizado para titular un blanco. (Se despreció el posible contenido de DQO del blanco)

$$A = V_{K_2Cr_2O_7} \times N_{K_2Cr_2O_7} / N_{\text{titulante}}$$

B: Volumen de titulante usado para titular la muestra.

C: Cantidad de muestra analizada

$N_{\text{titulante}} = 0.0943$ (estandarizado el mismo día de la determinación analítica)

$$N_{K_2Cr_2O_7} = 0.25$$

Muestra	A (ml)	B (ml)	C (ml)	DQO (mgO ₂ /l)
1	132.56	68.7	10	4818
1'	132.56	67.7	10	4893

2	66.28	56.8	10	715
2'	66.28	57	10	700
3	66.28	50	10	1228
3'	66.28	50.5	10	1190

8.2 Legislación Vigente

Parámetros de calidad para descargas líquidas

Fueron considerados solo aquellos parámetros analizados durante el estudio. Los límites permisibles son aquellos especificados por AGOSBA (Administración General de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires).

Parámetro	Unidad	Límite permisible
DQO	mg / l	≤ 250
Hierro	mg / l	≤ 2.0
Cromo	mg / l	≤ 0.5
Cobre	mg / l	≤ 0.1